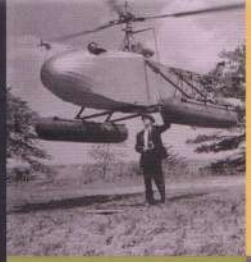
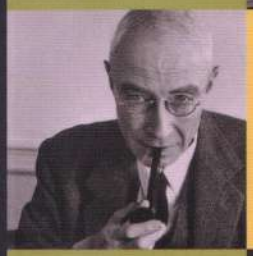
Antik Çağlardan Günümüze **İCATLARIN ÖYKÜSÜ**



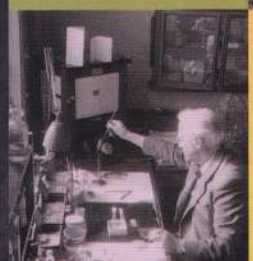
Arkhimedes
Aspidin
Bacon
Baekeland
Banting
Becquerel

Bell
Benz
Berger
Bessemer
Borlaug
Boulton



Braille
Cabir bin Hayyan
Cartwright
Cerf
Cezeri
Claude
Cockerel
Crick
Curie
Daimler
Dalton
Damadian
Darby
Davy

De Forest
Descartes
Diesel
Dolby
Dunlop
Eastman
Ebu Bekir
Ebubekir Razi
Ebul'l Kasım Zehravi
Edison
Einstein
El-Biruni
Ellehammer



Eukleides
Fahrenheit
Faraday
Fermat
Fleming
Ford
Franklin
Fuller
Fulton
Gabor
Galilei
Gascoigne
Gates
Gregorius, XIII
Ginsburg
Goddard
Goodyear
Gutenberg
Haber
Hannaman
Hargreaves

Harvey
Hayyam
Hertz
Hipparkhos
Hounsfield
Howe
Huntsman
Huygens
İbn İlyas
İbn Nefis
İbn Sina
Jacquard
Jenner
Jobs
Kahn
Kay
Kepler
Kilby
Kildall
Kolomb
Kopernik

İCATLARIN ÖYKÜSÜ

Antik Çağlardan Günümüze

Shobhit Mahajan

hep kitap

ANTİK ÇAĞLARDAN GÜNÜMÜZE

İCATLARIN ÖYKÜSÜ

İcatların Öyküsü

Orijinal adı: The Story of Inventions
© h.f. ullmann publishing GmBh
Yazan: Shobhit Mahajan
İngilizceden çeviren: Güner Nazlı Aral

© hep kitap, 2018

Bu eserin bütün hakları saklıdır. Yayınevinden yazılı izin alınmadan kısmen veya tamamen alıntı yapılamaz, hiçbir şekilde kopya edilemez, çoğaltılamaz ve yayımlanamaz.

1. baskı / Ocak 2018, İstanbul

ISBN 978-605-192-160-0

Sertifika no: 34204

Kapak tasarımı: Elif Karlı

Baskı: Bilnet Matbaacılık ve Yayıncılık A.Ş.
Dudullu Organize Sanayi Bölgesi
1. Cadde No:16 Ümraniye İstanbul
Sertifika no: 31345

hep kitap
Mecidiyeköy Mahallesi,
Büyükdere Caddesi,
Ercan Han B Blok 121/9
Şişli 34381 İstanbul

www.hepkitap.com.tr / info@hepkitap.com.tr

* *hep kitap, TEAS Yayıncılık A.Ş.'nin tescilli markasıdır.*

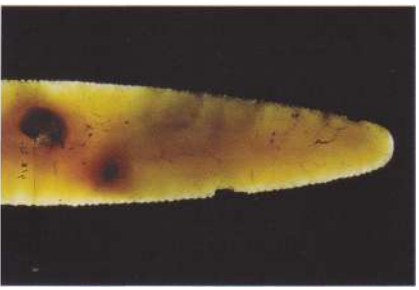
Shobhit Mahajan

ANTİK ÇAĞLARDAN GÜNÜMÜZE İCATLARIN ÖYKÜSÜ

Çeviren: Güner Nazlı Aral

hep kitap

İçindekiler



1 TARİHÖNCESİ ÇAĞLAR

İnsanoğlunun Evrimi 6
Neolitik Devrim 8
Antik Uygarlıklar 13

..... *MÖ 4000'e kadar*

2 ANTİKTEN KLASİĞE

Antik Mezopotamya ve Mısır 16
Antik Yunan 24
Antik Roma 28
İslamiyet 31

..... *MÖ 4000 MS–1000*

3 KLASİK DÖNEMİN ARDINDAN RÖNESANS'A

İslam Biliminin Altın Çağı 37
İslam İmparatorluğu'nun Çöküşü 39
Çin Teknolojisi 40
Mezo-Amerika Uygarlıklarının Doğuşu 43
Avrupa'daki Gelişmeler 34

..... *1000–1400*

4 ERKEN MODERN

Rönesans 51

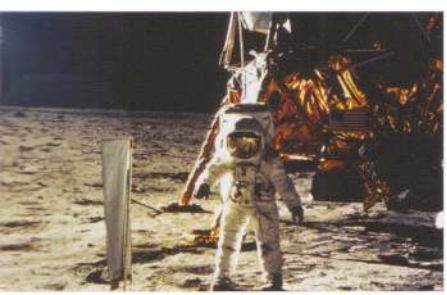
..... *1400–1700*

5 MODERN ÇAĞ
Dünyanın Değişen Yüzü 64
Sanayi Devrimi 64

1700–1914

6 SAVAŞ DÖNEMİ
Dünya Savaşları 91

1914–1950



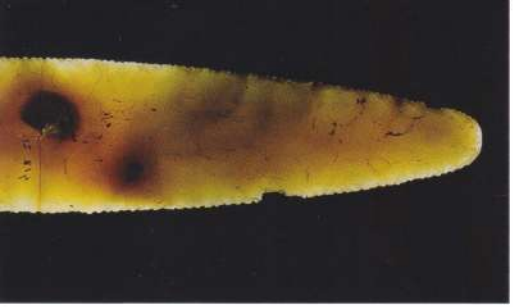
7 SAVAŞ SONRASI 20. YÜZYIL
İki Süper Gücün Rekabeti 106

1950–2000

8 YENİ BİR MİLENYUM
Çin'in Yükselişi 134
Nanoteknoloji: Geleceğin Teknolojisi 152
Fütüristik Bir Dünya? 160

2000–Bugün

Terimler Sözlüğü 162
Dizin 168
Görsellerin Künye Bilgileri 176



Antik Mısır çakmaktaşı aleti

Sülaler öncesi Mısır'da oldukça gelişmiş bir araç gereç kültürü vardı. Ölülerin gömüldüğü alanda üzerinde temsillerin yer aldığı çömlekler, taş vazolar ve topuz başları yer alırdı. Zarif tasarımlı kozmetik paletleri de kullanımdaydı. Çakmaktaşı olağandışı yöntemlerle çok farklı aletlerin üretiminde kullanılıyordu. Sülaleler döneminde de devam eden bir geleneğin parçası olan tören bıçakları çakmaktaşından yapılırdı. Çakmaktaşının bu denli incelikle işlenmesi bu bölgenin taşa şekil verme konusunda ne kadar ilerlediğini gösteriyor.
(Mısır; Sülaleler öncesi dönem; Ashmolean Müzesi, Oxford)

TARİHÖNCESİ ÇAĞLAR

ALET YAPIMI (MÖ 4000'E KADAR)

İNSANOĞLUNUN EVRİMİ

Homo sapiens olarak da bilinen ilk insanların, iki yüz bin yıl önce Afrika kıtasında evrimleştiğine inanılır. Kökeni, yaklaşık 5,3-1,8 milyon yıl önce Pliyosen Dönem'de yaşamış birtakım insansı maymun türlerine dayanan, insangiller [*hominidae*] familyasına mensupturlar. Hangi insansı maymun türünün ilk insangillerin atası olduğuna dair bir fikir birliği olmasa da insanoğlu ve maymun arasındaki ilişki hemen herkes tarafından kabul edilir.

İnsansı maymunların insangillere evrimi, 11-5,3 milyon yıl önce Miyosen Dönem'de meydana gelen büyük iklim değişiklikleri ile hız kazandı. Bu çağın sonlarına doğru oluşan buzullaşma, okyanus akıntılarının kayması ve engin ovaların kuruması gibi dünyanın ekolojisinde önemli bozulmalara sebep oldu. Her dem yeşil ağaçlardan oluşan ormanlar, yerini çim ve çalılarla kaplı alanlara bıraktı; bu da dönemin flora ve faunasındaki evrimsel adaptasyonların itici gücü oldu. İnsangillerin en önemli evrimsel adaptasyonlarından biri olan ve bipedalizm olarak bilinen iki ayak üzerinde dik durabilme yetisinde, bu dönemde sık ormanların bozkırlara dönüşmesi etkili olmuştur. Bipedalizm sayesinde elleri serbest kalan insangiller, alet yapma ve kavrama imkânı da buldu.

Aletler

Alet yapımına dair ilk bulgulara 2,6 milyon yıl öncesine ait fosillerde rastlanır. Bunlar, taştan yapılmış basit aletler oldukları için bu döneme Taş Devri denir. Bu, Taş Devri'nden önce alet yapılmadığını göstermez fakat bu aletler odun, kemik, yaprak ve hatta çim gibi doğada kısa sürede yok olabilecek materyallerden yapılmış olabileceği için önceki dönemlerdeki alet yapımına dair elimizde bir kanıt bulunmamaktadır. Şempanze ve orangutanların vücut şekillerinde yemek yiyebilmek için (sert kabuklu meyveleri kırmak) bitki sapı, sarmaşık, hatta taş kullandıklarına dair kanıtlar vardır.

İlk aletler –çakmaktaşı ya da diğer taşlardan yapılmış yongalar– Paleolitik Çağ'a kadar uzanır; Paleolitik, insanların yaşamlarını toplayıcılık ve avcılıkla sürdürdüğü, Taş Devri'nin ilk dönemleri için (yaklaşık 2,5-0,2 milyon yıl önce) kullanılan bir terimdir. İlk aletler muhtemelen çakmaktaşı ya da onun gibi kolay işlenebilir taşlar, başka bir taş yardımıyla sivri bir uç elde edilene kadar dövülüp ufalanarak yapılmıştı. Küçük balta adı verilen bu keskinleştirilmiş aletler, ilk insangiller tarafından et kesmek, hayvan derisi yüzmek hatta farklı aletler elde edebilmek üzere dal parçalarına şekil

vermek için kullanılmış olabilir.

Yaklaşık 1,5 milyon yıl önce ilk insangiller yine ilk çok amaçlı alet olan el baltasını icat ettiler. İlk el baltası farklı bir yerde ortaya çıkmış olsa da bu alet genellikle, ismini Kuzey Fransa'daki Saint-Acheul bölgesinden alan alet yapımı geleneği Acheuleen ile ilişkilendirilir. MÖ 1,5 milyon-200 bin yıl süren Acheuleen dönemin en önemli özelliği bu dönemde çakmaktaşı, kumtaşı, sileks, kiltaşı ve bazalt (bölgeye göre) gibi birçok taş çeşidinin alet yapımında kullanılmasıdır. Acheuleen kültürü Afrika, Avrupa, Ortadoğu hatta Asya'dan başlayarak geniş bir alana yayılmıştır.

Çok amaçlı bir alet olan el baltası uzun süre kullanılan bir icattı. Doğu Asya, Avrupa ve Afrika'nın birçok yerinde karşımıza çıkan bu alet kesme, doğrama ve kökleri kazıp çıkarmak için kullanılmış olabilir. İlk el baltaları ince ufalanan taşların farklı taşlarla dövülmesiyle elde edilen ilkel ve basit bir aletken, zamanla değişime uğrayarak daha ince işlenmiş ve rafine bir görünüm almış, hatta kenarları testere dişi şeklinde oyulmaya başlamıştır.

Acheuleen dönemin sonlarına doğru insangiller alet yapımında kullandıkları taşları döverken dökülen yongalara dikkat etmeye başladı. Bu yongalar

Tarihöncesi dönemler, jeolojik bir zaman çizelgesiyle tanımlanır. Bu dönemleri, flora ve faunada farklılaşmalara ve çeşitli evrimsel adaptasyonlara yol açan çevresel değişiklikler belirler.

5,3-1,8 milyon yıl önce: Pliyosen Dönem
Bu çağın en belirgin özelliği büyük memeli hayvanların varlığı ve kuru, serin iklimidir. İlk insangiller olarak bilinen *Australopitecus*'lar bu dönemde ortaya çıktı. Bu dönemin en önemli icadı ilkel taş aletlerdir.

1,8 milyon-11.500 yıl önce: Pleyistosen Dönem
Büyük Buzul Çağı da denilen bu dönem, buzlanma ve geniş buz tabakalarının oluşmasıyla bilinir. Bu dönemde birçok memeli hayvanın soyu tükenmiştir. Buzul Çağı'nın en önemli gelişmesi, modern insanın evrimidir.

1,5 milyon yıl önce: Acheuleen Taş Sanayii. Dünyanın pek çok yerinde taştan el baltaları yapıldı.

500.000 yıl önce: Ateşin kullanılması.

200.000 yıl önce: *Homo sapiens*'lerin ortaya çıkışı.

50.000 yıl önce: Kemik ve geyik boynuzundan alet yapımı. Taş aletler arasında mikrolitler de görülmeye başladı.

12.000 yıl önce: Çömlek.

11.500 yıl önce: Holosen Dönem'in Başlangıcı

Holosen Dönem, buzullararası bir dönemin başlangıcı olarak kabul edilir. Bu dönemde buz tabakalarının erimeye başlaması ve yağışların artmasıyla insan uygarlığının ilk emareleri ortaya çıktı.

MÖ 9000: Koyunun evcilleştirilmesi.

MÖ 9000: Eriha'da ev yapmak için güneşte kurutulmuş tuğla kullanılması.

İnsan ataları avcılık için taş aletler kullanırken

MÖ 8000: Bakırın ilk kez kullanılması.

MÖ 7000: Tarımın başlangıcı. Bazı yerlerde buğday, arpa ve bezelyenin ekilip biçilebilir hale getirilmesi. MÖ 7000'e kadar Ortadoğu, Yunanistan, Anadolu, Girit ve hatta İndus Vadisi'nin batısında tarım yapan topluluklar vardı. Bu dönemde Güney ve Orta Avrupa'ya da yayıldı.

MÖ 7000: Çin'de pirinç ve darı yetiştirilmeye başladı.

MÖ 6000: Anadolu'da tuğla yapımı için kalıp kullanıldı.

MÖ 4500: Mısır'da sülaleler öncesi dönemin başlangıcı.

MÖ 4000: İlk sentetik materyal üretme girişimi: Mısır çinisi

MÖ 4000: Çömlekler fırınlanmaya başladı, böylelikle daha büyük ölçekli çömlek üretilebildi.

MÖ 4000: İlk mühürün kullanılması. (Üzerinde damga olan ve fırınlanmış kilden yapılan küçük yuvarlak diskler)

Acheuleen el baltası

İnsanoğlu tarafından yapılan ayırt edilebilir ilk alet, çakmaktaşından yapılmış el baltasıdır. Bu alet; kazma, kesme ve doğrama gibi farklı amaçlara hizmet etmiştir. El baltası çakmaktaşından yapılabildiği gibi kolay sivriltilebilen herhangi bir taş cinsinden de yapılmış olabilir. Bu alet, yongaların sivri bir uç elde edilene kadar dövülmesiyle üretilmiştir. Taşın dövülmesi esnasında ortaya çıkan yongalar ise yine şekillendirilerek bıçak ve raspa işlevi görmüştür. (Tanzanya; MÖ 60000; Taş; British Institue of History and Archeology, Darüsselam)

bıçak olarak kullanılabilir ya da ufak müdahalelerle başka aletlere dönüştürülebilirdi. Bir noktada bu yongalar bir kulp ya da tutacak eklenerek bıçak ağzı ve mızrak ucu olarak kullanılmaya başladı.

Zamanla alet yapım yöntemleri gelişti. Örneğin basit yongalar kayalardan koparılıp daha uzmanlık gerektiren bıçak, kazıyıcı, keski, oyucu gibi aletlere dönüştürüldü. Farklı malzemeler de alet yapımında kullanılmaya başladı. Paleolitik Çağ'ın sonlarına doğru (50.000-20.000 yıl önce) kemik, geyik boynuzu, fildişi ve denizkabuğu gibi materyallerin de alet yapımında kullanıldığı biliniyor. Bu aletler insangillerin yaptıklarına kıyasla hayli gelişmiş ve üstündü. Kemikten yapılmış kanca ve iğne kullanımına dair kanıtlar da mevcuttur.

Taştan yapılmış bile olsa mızrak başlarında ve zıpkınlarda kullanılan küçük, ince bıçakların üretimiyle alet yapımı artık oldukça gelişmişti. Zıpkın, ok ve yay gibi birden çok malzemenin bir araya gelmesiyle oluşan kompozit aletler üretilmeye başladı. Kemikten yapılma iğnelerin varlığı ise o dönemde kumaş dokunduğu ve dikiş dikildiğine işaret eder.

Ateş

Alet yapımı dışında ilk insangilleri primat kuzenlerinden ayıran bir başka önemli özellik de ateşi kontrol edebilmeleriydi. Yıldırım düşmesiyle çıkan yangınların kurumuş ormanları ve çalıları yaktığı ortak bir görüş olsa da ateşin kontrolü günümüzden 500.000 yıl öncesine kadar mümkün olmadı. Güney Afrika'da 1,5 milyon yıl öncesinde ateşin kontrol edilebildiğine dair kanıtlar bulunsa da bu konuda kesin bir bilgi yoktur. Öte yandan 500.000 yıl öncesine ait kömür, yanmış tohum ve karbonlaşmış kemik kalıntıları bu dönemde insangillerin ateş yaktıkları ve onu kullanabildiklerine dair önemli bir kanıt olarak görülmektedir, ancak ateş çukuru ya da çakmaktaşı gibi güvenli ateş yakma tekniklerinin kullanılması MÖ 3000 yılını bulmuştur. Ateş; yemek pişirme, ısı ve ışık kaynağı olduğundan ve yırtıcı hayvanlara karşı korunma sağladığından ilk insanlar için son derece önemliydi.

NEOLİTİK DEVRİM

Yaklaşık 11.500 yıl önce, büyük iklim değişikliklerinin sonuncusu gerçekleşti ve Holosen Dönem başladı. Kuzey yarımkürenin neredeyse tamamını kaplayan buzul örtüsü günümüzdeki halini alacak şekilde geri çekildi. Buz tabakasının geri çekilmesi birtakım coğrafi değişimlere yol açtı. Eriyen buz kütleleri deniz seviyesini yükseltti, denizden hayli uzak yerlerde geçici seller meydana geldi. Günümüzde Québec ve Vermont'ta deniz canlılarına ait fosillerin bulunması bunu kanıtlar. Baltık Denizi de buzul örtüsünün geri çekilmesiyle oluşmuştur. Holosen Dönem ile beraber ekvatoral bölgelerde yağışların artması büyük nehirlerin özelliklerini de değiştirdi. Bu dönemde Nil, Kongo ve Nijer gibi büyük nehirlerin taşmalarında inanılmaz bir artış oldu.

Bu iklim değişiklikleri birçok bölgenin flora ve faunasını da etkiledi. Örneğin, tundra bölgelerinde çam ağaçları; önceden kurak olan bölgelerde sulak bozkır bitkileri

bitmeye başladı. Bu dönemde birçok memeli türün soyu tükendi. Bunun sebebi iklimsel, kültürel ya da her ikisi birden olabilir. Sıcaklığın artmasıyla insanlar Avrupa ve Asya'nın kuzeyine gitmeye başladılar. Bu dönemde megafaunanın yok olmasının kültürel sebebi, o zamana dek insan yaşamı için elverişli olmayan bölgelerde avcı-toplayıcı nüfusunun artmasının yol açtığı aşırı avlanma olabilir.

Tarım

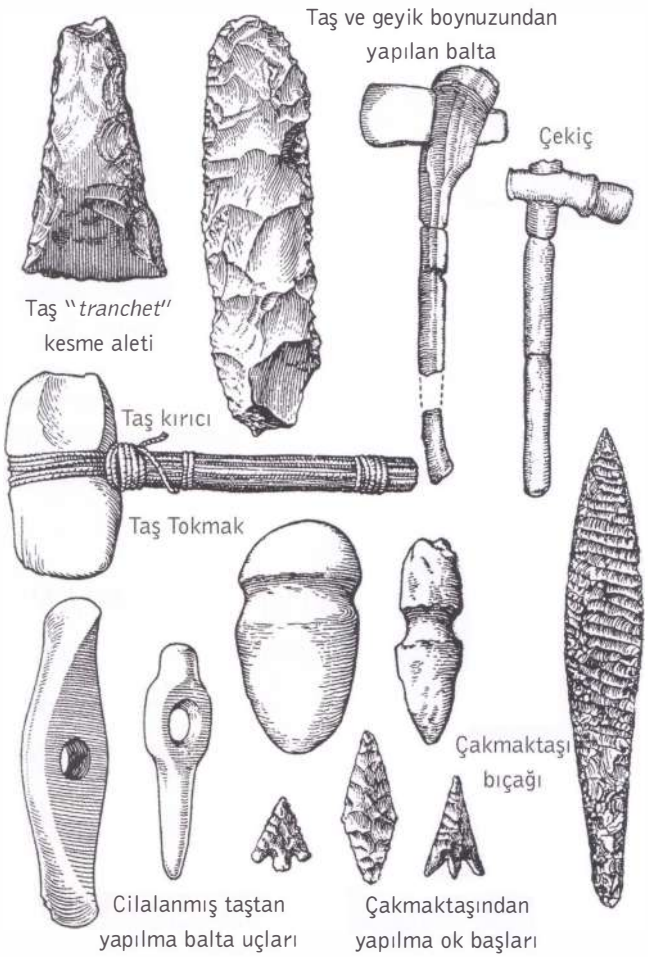
Yaklaşık 9.000-11.000 yıl önce insanlar bitkileri ekip biçmeye başladı. Tek başına bu olay veya dünyanın farklı yerlerinde meydana gelen birtakım olaylar silsilesi, muhtemelen insanlık tarihinin en önemli gelişmelerinden biridir. Tarım, insanoğlunun yaşayış biçimini değiştirdi. Neolitik Çağ'ın başlangıcını ya da Paleolitik Çağ'ın sonunu belirleyen bu gelişme, sosyal hayatta da çok önemli değişimlere sebep oldu.

Neolitik Çağ kültürü, Doğu Akdeniz'de MÖ 8500'lerde başladı. Bu kültür, o dönemde yabani ya da ekili tahılları hasat etmek için orak kullanan Filistinli Natufianlardan –"ön-Natufianlar" da denir– etkilenmiştir. Bu dönemde Ortadoğu'da gernik, kavuzlu buğday, arpa, bezelye, mercimek ve nohut ehlileştirilmiştir. Farklı iklim bölgelerinde farklı bitkilerin yetişmiş olması mümkün, hatta kesindir: MÖ 7000'lerde Meksika'da balkabağı ve sukabağı, MÖ 9000 civarı Güneydoğu Asya'da su kestanesi yetiştirilmiştir. Avcılık ve toplayıcılık üzerine kurulu bir yaşamdan yerleşik hayata geçiş aşama aşama ve geniş bir alana yayılarak yapıldığı için tarımın tam olarak hangi bölgede başladığını söylemek oldukça zor.

Tahıl hasadı için kullanılan ilk oraklar tahta ve çakmaktaşından yapılmıştı; hayvanların çene kemiğine tutturulmuş çakmaktaşı bıçaklardan oluşan oraklar da bulunmuştur. Başlarda toprağı kazmak ve bitkileri ekmek için basit odun parçaları kullanılıyorken zamanla bu odun parçaları çapa formuna evrildi. Tahıl, iki taş arasında öğütülerek daha yenilebilir bir hale getirildi. Fransa'nın Lascaux bölgesinde bulunanlara benzer mağara resimlerinin yapımında

Neolitik aletler

Neolitik Çağ'ın başlarında alet yapımında en çok kullanılan malzeme taştı. Aşağıdaki çizimler Neolitik insanların yaptığı bazı aletleri göstermektedir. Cilalanmış taş baltalar (o zamanlarda cilalama yapmak için cilalanmak istenen taş kumtaşıyla ovuluyordu) tahıl ekebilmek için ormanların temizlenmesinde kullanılmış olabilir. Obsidiyen ve çakmaktaşı, kemik ya da odun parçaları ile yongalanarak elde edilmiş olabilir. Kemik ve geyik boynuzundan aletlerin ise çakmaktaşı bıçaklarıyla kesildikten sonra uygun taşlarla cilalanarak yapılmış olması muhtemeldir.



kullanılan sıvada pigment üretmek için de aynı şey yapılmıştı. Tahılı diğer mevsimlerde kullanabilmek için çukur silolara ve tahıl ambarlarına depolamak oldukça yaygındı.

Hayvanların Ehlileştirilmesi

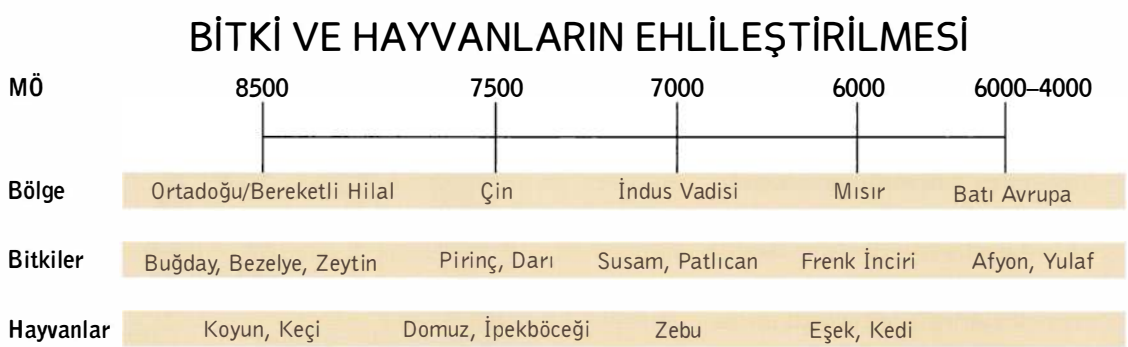
MÖ 7000'e gelindiğinde, Ortadoğu'da yerleşik hayata geçen topluluklar bulundukları bölgedeki kaynakları çeşitlendirmeye ve etkin olarak kullanmaya başladılar. Hayvanların evcilleştirilmesi de bu dönemde başladı. Hayvan fosillerinin radyokarbon testiyle yaşı saptandığında elde edilen sonuçlara göre, MÖ 9000 dolaylarında ilk evcil koyun Kuzey Irak'ta görülmüş fakat sığırın evcilleştirilmesi MÖ 6000'e kadar mümkün olmamıştır.

Evcilleştirilmiş hayvanlar, gerek hazır et, süt ve gübre kaynağı olmaları açısından gerek saban çekerek toprağın ekilip biçilmesine katkıda bulunmaları açısından yaşanılan bölgenin devamlılığını sağlamış, verimini artırmışlardır. Tüm bunlar bir yana, hayvanların derisi kullanılmaya ve farklı amaçlara hizmet eden malzemeler üretilmeye başladı. İnsanlar büyük memeli hayvanlara başta doğrudan binerek daha sonrasında vagonlar yardımıyla hareket kazandırdılar. Ticaret hayvanların yük taşımasıyla kolaylaştı. İleriki zamanlarda da at, deve ve öküz gibi hayvanların savaş ve fetihlerde önemli bir etkisi olacaktı.

Yerleşim ve Yaşam Tarzı

Avcılık ve toplayıcılık yapan insanlar genelde mağara ve doğal barınakları kullanırken artık daha yerleşik bir hayata geçtikleri için kerpiç evler yapmaya başladılar. Alüvyona elle şekil verdikten sonra güneşte kurutarak tuğla yaptılar. Anadolu Yaylası'nda bilinen ilk evlerin tuğlaları güneşte kurutulmuş çamurdan yapılmıştı ancak el yapımı değillerdi. Tuğlaların tektipliği yapım aşamasında kalıp kullanıldığına işaret ediyor. Sazların yoğun olduğu nehir yataklarında ve deltalarda çatılarda saz kullanmış ve sazdan hasır örgüsü yapmış olabilirler.

Tarımın gelişmesiyle yerleşik hayata geçen topluluklar kendi kendine yetebilen bir noktada olsa da civar topluluklarla iletişim halindeydiler. Örneğin; Girit, Knossos'ta MÖ 5000'e ait yerleşim kalıntıları bulunmaktadır. Burada yaşayanlar, tıpkı Anadolu Yaylası'ndakiler gibi ilkel tarım yapıyor,



eski zamanlardan kanıtlar vardır. Bu erken evrede kumaştan giysi yapılıp yapılmadığı bilinmiyor ancak birçok yerde ilkel ağırşaklar bulunmuştur. Bu, o dönemde iplik üretildiğini gösterir fakat dokumacılığa dair herhangi bir işaret yoktur.

MÖ 5000 yılına gelindiğinde Dicle-Fırat Vadisi, Yunanistan, Anadolu, Doğu Akdeniz ve Girit'te tarım ve hayvancılık yapan köyler oldukça yaygındı. Bir sonraki milenyumda tarım ve benzeri aktiviteler teknolojik açıdan gelişti ve dünyanın birçok yerine yayıldı, bu sayede antik nehir uygarlıkları ortaya çıkmaya başladı.

Kadın figürleri

Neolitik Çağ insanlarının, bitkileri ehlileştirmesi ve çanak çömlek yapmaya başlamasının yakın zamanlarda oluşu elbette tesadüf değildir. Kilden yapılan kaplar tahılı hem depolamada hem pişirmede kullanılıyordu. Kilin kolay şekillendirilebilmesinden faydalanarak figür, oyuncak hayvan ve model yapımının yine bu zamanda başladığı düşünülmektedir. Çek Cumhuriyeti'nin doğusunda yer alan Moravya bölgesinde bulunan kadın figürleri, Neolitik sanatın zarif doğasını gözler önüne serer. (Moravya; Neolitik dönem; pişmiş kil; Moravya Müzesi, Brno)

kerpiç evlerde yaşıyorlardı. Belli ki Anadolu'da yaşayanlar ana karadan iki yüz kilometre uzaklıktaki Girit Adası'na denize dayanıklı birtakım sal ve araçlarla ulaştılar. Muhtemelen insanlar bundan önce de nehirleri ve kanalları geçmek için ilkel bot ve sallar kullanıyorlardı ancak bu deniz taşıtlarının nasıl ve hangi malzemeden yapıldığı bilinmiyor.

Bilinen ilk çömlekler bundan 10.000 yıl önce, MÖ 7500-250 yılları arasında yaşanan Comon Dönemi'nde yapıldı. Öncesinde odun ve taştan yapılma kaplar kullanılıyordu. Kilin kap yapımında kullanılmaya başlaması önemli bir teknolojik gelişmeydi. Kil, güneşte kurutulduktan sonra büzüşmesini önlemek için kumla veya farklı organik malzemelerle karıştırılıyordu; güneşte kurutulduktan sonra kaplar ocaklarda ya da açıkta yakılan ateşlerde, ilerleyen tarihlerde ise çukur fırınlarda pişirilmeye başladı.

Sepet ve hasır örgülerine ait çok

Comon Vazosu

MÖ 7500'den 250 yılına kadar süren Comon Devri'nin vazoları, oldukça dekoratif birer sanat örneğidir. Bölgesel ve kronolojik varyasyonlarıyla birlikte insanların kültürünü yansıtırlar. Fotoğrafta görülen derince, altı mermi şeklinde, üzeri işlemeli bu çömlek, tipik bir erken dönem eseridir. (Kanto, Japonya; Çanak; Guimet Müzesi, Paris)

Ateş ve Çiftçilik

Ünlü bir filozofun dediği gibi, "Herkesin bir Prometheus'u vardır"; tıpkı her kültürün olduğu gibi. Ateş, kozmoloji gibi tüm mitolojilerin en önemli parçalarından biridir. Birçok antropologa göre insanı hayvandan ayıran en önemli özellik ateşi kullanabilmesidir. Ancak hâlâ insanın ateşi nasıl kullanmaya başladığını bilmiyoruz. Nasıl ve ne zaman başladığına dair teoriler var ancak hiçbiri kesin değil.

Taş devri pişirme tekniklerinin tarihsel bir tasviri.

Ateş başlangıçta ısı, ışık ve vahşi hayvanlardan korunmak için kullanıyordu. Ancak kültürel açıdan bakıldığında ateşin yemek pişirmek için kullanılması o zamana kadarki en önemli gelişmeydi. İnsanlar, ateş yakmayı bilmeden yemek pişirmeye çalışmış da olabilirler. Doğal orman yangınları esnasında kavrulan meyve ve tohumlar şempanzeler dahil olmak üzere birçok hayvan için hazır yemek demekti. İlk insanlar bu durumu gözlemleyip taklit etmeye çalışmış olabilir.

Ateş büyük ihtimalle ilk kez eti alevlerin üzerine tutarak pişirmeye çalışırken kullanıldı. Bu, eti daha yenilebilir ve sindirilebilir bir hale getirdi. Ayrıca ateş etin üzerinde bulunan birçok toksini de yok ettiğinden et insanların tüketimi için daha elverişli bir hale geldi.

Tarihte bir noktada etin sıcak taş üzerinde pişirilebildiği ve daha lezzetli olduğu keşfedildi. Bu pişirme türü kabuklu yiyecekler için –lifli tohumlar, bazı meyve türleri, hatta yumuşakçalar– ısıyı muhafaza etmesi açısından daha idealdi. Daha sonra yemek pişirme konusundaki yenilikler ilkel fırının bir formunun –taşlarla ısıtılmış çukur– ya da su ısıtıcısının (kaynamış su kullanılarak) ortaya çıkmasıyla sonuçlandı.

Daha sonra eğrelti otu ve çimden yapılmış pişirme takımları kullanılmaya başladı. Günümüzde de bazı kültürlerde olduğu gibi avcılar, eti alevlerin üzerinde pişirmek için hayvan derisine sarmış olabilirler. Çömleğin icadıyla yemek yapmak için kullanılan kil kaplar evrensel bir hale geldi ve bu kaplar metalin kullanılmaya başlamasına kadar uzun süre kullanıldı. Aslında bitkilerden yapılan yemek takımları kil ile kaplanarak daha dayanıklı hale getirilmiş ve bu da sadece kilden (kum ya da çakıl karıştırılarak) kap kacak yapma fikrine ışık tutmuş olabilir.

Başlangıçta insanlar ateş yakamıyordu. Ateş toplayıcı denen insanlar ateşi dışarıdan toplamak, yağmurdan ve rüzgârdan korumak, yanıcı malzemeler bulup ateşin devamlılığını sağlamak zorundaydılar. Etrafında yanıcı

malzemelerin olduğu iki tahta çubuğu birbirine sürterek ateş yakmayı başardıklarında ateş onlara madenleri eritebilme, çanak çömlek pişirme ve metalden kompleks silahlar yapma gibi teknolojik gelişmelerin önünü açtı.

Tarihöncesi çağlarda insanların yaşayış biçimini değiştiren önemli buluşlardan biri de tarımdı. Başlangıçtan itibaren hayatını avcılık ve toplayıcılıkla sürdüren insanoğlu yalnızca 11.000 yıl kadar öncesinde ekip biçmeye başladı ve yerleşik hayata geçti. Öncesinde büyük memeli hayvanlar çok fazlaydı; dolayısıyla ekip biçmek, yiyeceği depolamak yerine avcılık ve toplayıcılık daha kolay ve daha verimliydi. Elbette bu değişimi tetikleyen en önemli etken küresel çevrenin değişimiydi. Ekilip biçilen bitkilerin atası olan arpa, o dönemde yeterli miktarda değildi. Üstelik arpa işleme ve depolama teknikleri de henüz gelişmemişti.

Avcılık toplayıcılıktan yerleşik hayata geçişin kademeli olması nedeniyle, her iki topluluğun bir arada yaşamış olması muhtemeldir. Avcı toplayıcıların göçebe yaşam tarzı, doğum oranının düşmesine sebep oldu; yerleşik hayata geçen topluluklar sayıca çoğaldı ve göçebe kabilelere askeri üstünlük sağlamayı başardılar. Bu ve bunun gibi avantajlar yerleşik hayatın baskın yaşam tarzı olmasına yol açtı.

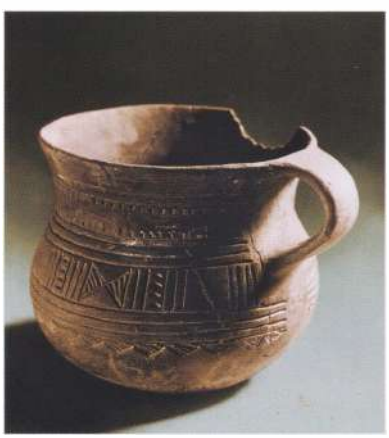
İnsanlar çiftçiliğe başladıktan sonra nüfus, nüfus arttıkça yemek ihtiyacı, dolayısıyla da üretim arttı. İnsanlar ihtiyaçları olandan fazla yiyecek üretmeye başladığında, topluluğun yemek üretimiyle uğraşmayan kesiminde bürokratlar ve zanaatkârlar (çömlekçiler, tuğla örücüler vs.) gibi farklı meslek grupları ortaya çıkmaya başladı. Toplulukta mesleklerin kişilerin yeteneklerine göre çeşitlenmesiyle daha karma bir ekonomi, toplumsal hiyerarşiler ve tüm bunların sonunda da bugün bildiğimiz anlamıyla uygarlıklar kurulmaya başladı.

ANTİK UYGARLIKLAR

Tarımın avcılık ve toplayıcılıktan daha yerleşik bir hayat gerektirmesine karşın, tarımla uğraşan toplulukların yayılması aslında erken çiftçilerin göç ederek göçebe komşularını yerleşik hayata geçmeye teşvik ettiğini gösteriyor. Sonuç olarak, çiftçi topluluklar birkaç yüzyıl içerisinde Ortadoğu'dan Orta Avrupa'ya, İndus Vadisi'nden Nil Nehri'ne yayılmışlardır.

Çiftçi toplulukların nehir vadilerine yayılması yalnızca kanallar vasıtasıyla iletişim kurmayı, yeni fikir ve malzemeleri kolayca paylaşabilmelerini değil, aynı zamanda sürekli mahsul almalarını da sağladı. Nehirlerin taşması, ekili toprağı besleyen ve verimliliğini artıran alüvyonları da beraberinde getirdi.

Artan üretim gereğinden fazla yiyeceğe ve nüfus artışına neden oldu, bu nedenle de çiftçilik dışında, zanaat ve ticaret gibi farklı meslek grupları ortaya çıktı. Zamanla işgücünün basit bir şekilde bölünmesi, önemli gelişmeleri beraberinde getirdi. Metal kullanımının artması o dönemdeki önemli keşiflerden biriydi.



Çan-Beaker kap

Ters dönmüş çan biçimindeki kapla özdeşleştirilen Çan-Beaker kültürü Neolitik Çağ'ın sonunda Batı Avrupa'da ortaya çıkmıştır. Çömlekler geometrik motiflerle süslenmiş, bazılarına kireç ve boya eklenmiştir. Mezarlara konulan bu tip bir çömlek bin yıl varlığını sürdürmüştür. (Moravya; Kalkolitik Çağ; Kil; Moravya Müzesi, Brno)

Metalin Kullanımı

Bakır, insanlar tarafından kullanılan ilk metaldi. Bakır kullanımına dair en eski kanıtlar MÖ 8000 yılına aittir.

Bakır bir alet

Bakır, kolayca çekiçlenebildiğinden yüzük ve süs eşyası gibi küçük objeler yapmak için oldukça elverişliydi ancak metaller çok sert çekiçlendiğinde çatladıkları için ufak objeleri yapmak çok kolay olmuyordu. Bir süre sonra insanlar metali çekiçlemeden önce ısıtmayı öğrenerek daha dayanıklı aletler yapabildiklerini fark ettiler. Zaman içinde bakır aletler daha dayanıklı ve etkili oldukları için taş aletlerin yerini aldı. Elle dövülen bakırdan yapılmış bu kesme bıçağı fok derisiyle birbirine tutturulmuş kemiklerden yapılmış sapıyla ilk dönem bakır aletlere bir örnektir. (Kanada; Smithsonian Enstitüsü, Washington)

Bakır, demirin aksine nadiren metalik halde bunulur, genelde cevheriyle birlikte yumru halinde çıkarılırdı. Bakır madenleri, çiftçi toplulukların genelde yaşadığı yerler olan Kuzey Suriye ve Türkiye'de bulunmaktadır. İnsanlar muhtemelen yeşilimsi rengini beğendikleri için şanslarını bakırda denemişlerdir. Metal insanların 4.000 yıldır aşina olduğu taşın aksine ufalanmıyordu ancak kolaylıkla bükülüp çekiçlenebiliyordu, bu nedenle başta ufak süs eşyaları yapmak için kullanıldı.

Bakırın haricinde, özenli ve tutumlu bir şekilde olmak kaydıyla altın ve gümüş de kullanılıyordu. Bazı taşların içinde altın damarları vardı fakat çıkarması çok zordu. Buna karşın metal çökeltileri nehirlerde yıkanıyor, nehir kenarında yaşayan insanlar tarafından bulunuyordu. Gümüş, altından daha nadir görülüyor, genellikle altınla karışmış bir halde oluyordu.

Bakır, gümüş ve altının dışında değerli olan bir başka taş da lapis lazuliydi. Bu taş çok nadir bulunuyordu; üzerindeki minerallerin canlı rengi sebebiyle dekoratif amaçlarla kullanılıyordu. Öte yandan MÖ 4000 kadar erken dönemlerde de lapis lazuliyi günümüzde Mısır Çinisi denen çini formu için kullanma girişimleri olmuştu. Bunu yapmaya çalışırken muhtemelen bir taş ve bakır yumrusunu beraber ısıtarak bir çeşit cam elde etmeye çalıştılar. Bunu yapabilmek için materyalin kapalı bir kabın içinde çok yüksek derecede ısıtılması gerekiyordu. Yüksek derecede ısıyı yakalayabilmek için de ateşi körüklemiş veya ateşe kamış ilave etmiş olabilirler.

Bu dönemde çini yapma tekniği en önemli teknik gelişmeyi de beraberinde getirdi: bakır cevherini ayrıştırmak. Tek başına bu gelişme bile sonraki iki bin yılda toplumların gelişiminde etkili olmuştur. Sadece bronzun keşfini değil (alet ve süs yapımı için daha elverişli bir malzeme) birkaç yüzyıl sonra demirin keşfedilebilmesi için gerekli teknik bilgiyi de sağlamıştır.

Mezopotamya'da çömlek fırınının kullanıldığına dair ilk bulgu MÖ 4000 yılına aittir. Fırının kullanımıyla beraber basit kapların yerini tasarım açısından zengin ve renkli çömlekler almıştır.

Antik Nehir Uygarlıkları

Görüldüğü üzere çiftçi topluluklar tarımın başlamasıyla Ortadoğu'dan birçok bölgeye yayıldı. Nehir vadilerine yayılmaları önemliydi, çünkü bu bölgelerdeki doğal koşullar daha sonraki büyük nehir uygarlıklarının ortaya çıkması için elverişliydi.

Günümüzde Suriye-Türkiye sınırı olan antik Mezopotamya'da yer alan Tel Halaf, MÖ 5050-4300 yılları arasında büyüyen bir şehirdi. Burada kuru tarım yapılmıştır, buğday, arpa ve keten (keten tohumundan yağ elde edilir, liflerinden keten kumaşı dokunur) yetiştirildiğine dair kanıtlar bulunmaktadır. Çanak çömlekleri geometrik ve hayvan desenleriyle diğerlerinden ayrılır.

Günümüzde Irak'ın Musul şehrinin yakınlarında yer alan Kuzey Mezopotamya'da, Hassuna bölgesinde yerleşik hayata geçen ilk topluluğa dair kalıntılar bulunmaktadır. Burada yaşayan insanlar el baltaları, oraklar, öğütme taşları ve pişirme ocakları kullanmışlardır. Tahıllarını büyük kil çömlekler içinde muhafaza etmiş, çömlekleri de toprağın altına saklamışlardır. Mezarların yanında bulunan yemek kavanozları, ölümden sonra yaşama inandıklarını işaret etmektedir. Irak'taki bir bölgeye özel Samara porseleninin bu bölgede bulunması kapsamlı bir ticaret anlayışlarının ve bu bölgeler arasında işçi göçünün olduğunu göstermektedir.

Güney Mezopotamya'da ise bu dönemde Obeyt kültürü gelişmiştir. Bu kültürün en belirgin özelliği çiçek ve geometrik desenli çömlekleridir. Bazı çömleklerin elle değil yavaş dönen bir çarkla yapıldığı düşünülmektedir. Yuvarlak saplı ve oluk ağızlı çömleklere ilk defa bu bölgede rastlanır. Buradaki yerleşimin en belirgin özelliği kamusal alandaki tapınaklar ve çok odalı kerpiç evlerdir. MÖ 5000 yılının sonlarına doğru, Obeyt bölgesine ait el yapımı objelere Arabistan'ın her yerinde rastlandığı için zamanla ticaret sistemlerinin geliştiğini söyleyebiliriz.

Çiftçi toplulukların gelişmesi Bereketli Hilal'le (Dicle-Fırat Nehri'nden Nil Nehri'ne uzanan bir bölge) sınırlı kalmamış, İran platosunu da geçerek İndus Vadisi'ne kadar ulaşmıştır. Bu bölgedeki ilk yerleşimlerden biri Mehrgarh'dır (MÖ 800-3000). İlk dönemlerde buradakiler; arpa ve buğday yetiştiren, kerpiç evlerde yaşayan ve ölülerini gömen bir çiftçi topluluğuydu. İlginç bir şekilde, bu kadar erken bir dönemde bile insan kalıntılarıyla birlikte taştan yapılma boncuklar ve denizkabuğundan kolyeler bulunmuştur.

Sonraki dönemde, çanak çömlek kullanımı ve tahıl depolamaya yarayan benzer aletlere ait kalıntılar bulundu, bu da artan nüfusa ve üretime işaret eder. Fildişi, bakır ve sırlanmış porselenden yapılma kolyeler kullanmışlardır; bu döneme ait bakır eritme kapları bulgularına da rastlanmıştır.

MÖ 4000'den önceki dönem insanların sadece nehir kenarlarına değil, dağlık bölgelere de yerleşmesine tanıklık etmişti. Sulama ve nehrin taşmasıyla oluşan su baskınları gibi olaylarla tarımda verimlilik artmış, yerleşim yerleri büyümüş ve toplumsal hiyerarşi oturmaya başlamıştı. Bu aşama da büyük nehir uygarlıklarının kurulması için gerekli ortamı hazırlamıştı.

Nemrut'tan oyulmuş bir levha

İlk uygarlıklar Mezopotamya ve çevresinde ortaya çıkmaya başladı. Bu uygarlıkların bir toplum düzeni ve gelişmiş bir hayat tarzı vardı. Levhanın üzerinde Kral II. Asurnasirpal'in kampından gündelik hayat aktiviteleri tasvir edilmiştir. (Asur, Antik Irak; MÖ 865; Taş; British Museum, Londra)

Gize'de bir mezarın üzerindeki hiyeroglifler

Mısır'daki en güçlü merkezi kontrol aracı yazıydı. İki tür yazı kullanılıyordu: genellikle anıtların üzerinde kullanılan ve piktograftan evrilen hiyeroglif ile el yazısı versiyonu hiyeratik. Yukarıda, Kaiemnefert'in –5. sülalenin yöneticilerinden biri– stel üzerine yazılmış vasiyetinin bir kısmı gösterilmektedir. Yazı en çok yönetim işlerinde kullanılıyordu; MÖ 2600'e kadar devamlılığı olan yazılara rastlanmadı. (Gize; 5. sülale/MÖ 2494-2345; Taş; Mısır Müzesi, Kahire)

ANTİKTEN KLASİĞE

UYGARLIK, TOPLUM VE KENTLER (MÖ 4000-MS 1000)

ANTİK MEZOPOTAMYA VE MISIR

Neolitik devrimle Taş Devri'nden Bronz Devri'ne geçilmiş, tarihöncesi çağlar bitmiş ve antik dönem başlamıştır. En belirgin özelliği bronzdan yapılmış aletler, silahlar ve süsler olan Bronz Devri; MÖ 4000'lerde başlayıp MS 1000'de Demir Devri'nin başlangıcına kadar sürmüştür. Bu dönem teknolojik icatlar açısından altın bir çağdı; tekerlek, saban, yazı, para ve kentler, dönemin önemli gelişmelerinden sadece birkaçıdır.

MÖ 4000'e gelmeden ilk uygarlıklar Mezopotamya'da ortaya çıkmaya başlamıştı. Mezopotamya her ne kadar Dicle ve Fırat Nehirleri arasında kalan bölgeye verilen bir isim olsa da genellikle Batı Suriye, Türkiye'nin güneydoğusu ve Irak'ın tamamını kapsadığı düşünülür. Önce daha fazla yağış alan dağlık kuzey kesime yerleşildi, daha güney ve orta kesimler kurak bir iklime, sert ve kuru bir toprağa sahipti. Bölgenin güneyinde, ağır bir balçık tortusu biriktiği için Dicle ve Fırat oldukça sık taşıyordu. Yine de MÖ 4000'e kadar buradaki topraklar oldukça verimliydi ve güney uygarlıkları zenginlik ve refah açısından kuzeydekilerin bir hayli ilerisindeydi. Çivi yazısının icadıyla ünlü Sümer Uygarlığı ve sonrasında ilk yazılı kanun olan Hammurabi Kanunları'nın yazıldığı Babil Uygarlığı, bu topraklardan çıkan önemli uygarlıklardır.

Bu esnada, Nil Nehri kıyısında Mısır Vadisi'nde de bir uygarlık ortaya çıktı. Mısırlılar birçok Mezopotamya icadını kullanmış, kendileri de birçok şey icat etmiştir. Bunlardan belki de en göze çarpanları piramitler ve 365 günü içeren güneş takvimidir. Nil Nehri'nden beslenen ve Büyük Sahra Çölü sayesinde işgalcilerden korunan Mısır Uygarlığı 3.000 yıllık ömrüyle (MÖ 3100-MÖ30) tarihteki en uzun süreli uygarlıktır.

Yazı

MÖ 4000 dolaylarında Mezopotamya'da ilk kez mühür kullanıldı. Erken dönem mühürler pişmiş kilden ve taştan yapılırdı; üzerlerinde geometrik desenler olurdu. Erken dönem mühürler ve üzerlerindeki desenler mühürlerin, sahiplerini belirtmek için kullanıldığını gösteriyor. Mührün icadının iki önemli getirisi oldu. Birincisi, yazı için gerekli zemini hazırladı, bir şeyler kalıcı bir şekilde kaydedilmeye başlandı, böylelikle Prehistorya'dan (tarihöncesi çağlar) Protohistoryaya (öntarih) geçildi. İkincisi, bir şeyi tersten kazıyıp düz çıkarma fikri yaygınlaştı, çünkü mühürdeki işaret tabana ters olarak kazınır, ıslak kilde düz olarak çıkardı.

Mühürlerin bir objeyi ötekilerden ayırmada kullanılması akıllara yazı fikrini getirdi. Nemli kil tabletlerin üzerine damgalarla şekiler basıp saklamak, bir nevi ilkel yazıydı. Bu tipte tabletler ilk defa Mezopotamya'da MÖ 3500'lerde ortaya çıktı. Tabletlerin üzerindeki ilk işaretler koyun gibi günlük hayattan objelerin piktograflarıydı, bu da yazının sayım gibi pratik bir gereklilikten doğduğunu göstermektedir. Kile çizim yapmak için muhtemelen kamıştan yapılma ilkel kalemler kullanıyorlardı. Çivi yazısı olarak da bilinen bu yazı türü Mezopotamya'da MS 1. yüzyıla kadar kullanılmaya devam etti.

Mezopotamya'da yazı yazmak için kil kullanılırken Mısırlılar Nil deltasında yetişen kâğıda benzer papirüs bitkisini kullanıyorlardı. Saza benzeyen bu bitki ince şeritler halinde kesiliyor, çapraz şekilde diziliyor ve

MEZOPOTAMYA

MÖ 4000: Sümerler Mezopotamya'ya yerleşti. Şehir devletleri kuruldu. Bakır ilk defa kullanıldı. Taş ve kil mühürler kullanıldı.

M.Ö: 3900: Obeyt kültürü.

MÖ 3600: Uruk kenti kuruldu.

MÖ 3500: Sümerler tekerleği icat etti. Bakır dökümü geliştirildi. Çivi yazısı Sümerler tarafından kullanılmaya başladı.

MÖ 3400: Sümerler ilk defa silindirik mühür kullandı. Tekerlekli araba icat edildi.

MÖ 2750: İlk Sümer hanedanlığı Ur.

MÖ 2400: Sümerler takvimi geliştirdi.

MÖ 2300: Bronz işlenmeye başladı.

MÖ 2400-2125: I. Şarrukin (Sargon), Akad Hanedanlığı'nı kurdu ve tüm bölgeyi tek bir krallığa bağladı.

MÖ 1800-1170: Eski Babil dönemi. Hammurabi Kanunları yazıldı.

MÖ 1600-1100: Hitit hegemonyası dönemi. Demirin ilk defa kullanılması.

MÖ 1200-612: Asurlular dönemi.

MÖ 612-539: Yeni Babil dönemi.

MÖ 539: Babil'in çöküşü ve Pers hâkimiyetinin başlaması.

MISIR

MÖ 3100-2950: Sülaleler öncesi dönemin sonu. Kentlerin kurulması ve hiyeroglifin kullanılması.

MÖ 2950-2575: Sülaleler döneminin başları. Sakkara'da ilk piramit inşa edildi. Mısırlılar mayalı ekmek yaptılar.

MÖ 2575-2150: Eski Krallık. Dahshur ve Gize'de büyük piramitler inşa edildi.

MÖ 1975-1640: Orta Krallık. Yukarı ve Aşağı Mısır Mentuhotep tarafından birleştirildi.

MÖ 1539-1075: Yeni Krallık. Mısır egemenliğinin zirve noktası.

MÖ 332-395: Büyük İskender Mısır'ı işgal etti. Makedonlar ve Ptolemaios Hanedanlığı'ndan sonra Romalılar da kendi imparatorluklarını kurdu.

YUNAN UYGARLIĞI

MÖ 3000-1100: Bronz Devri. Minos ve Miken Uygarlıkları.

MÖ 1100-800: Karanlık dönem. Atina ve Sparta dahil olmak üzere şehir devletlerden gelen Dorlar. Çanak çömleğin üzerinde geometrik şekiller kullanıldı.

MÖ 800-500: Arkaik dönem. İlk olimpiyatlar düzenlendi (MÖ 776). Homeros, *İlyada* ve *Odysseia*'yı yazdı. Drakon Yasaları Atina'da uygulanmaya başladı. Madeni para ilk defa kullanıldı. Persler Yunan bölgelerini işgal etti.

MÖ 500-330: Klasik Dönem. Atina'da demokrasi. Yunanlar Persleri yendiler ve Atina daha güçlü bir şehir haline geldi. Ünlü Yunan tragedyaları yazıldı, Pantheon inşa edildi. Sparta, Atina'yı yendi. Makedonyalı Philippos Yunanistan'ı yönetti, oğlu İskender dünyayı fethetti.

MÖ 330-30: Helenistik Dönem. Yunanistan Roma İmparatorluğu'nun bir parçası haline geldi.

ROMA

MÖ 753: Roma kuruldu.

MÖ 509: Roma cumhuriyet oldu.

MÖ 450: İlk kanunlar: Oniki Levha Yasası.

MÖ 378: Şehir surları inşa edildi.

MÖ 312: İlk sukemeri ve ilk anayol inşa edildi.

MÖ 280: Madeni para kullanımı başladı.

MÖ 200: Palestrina'da ilk beton kullanımı.

MÖ 130: Roma, Yunanistan'ı ve İspanya'nın büyük bir kısmını fethetti.

MÖ 85: Isıtma sistemi bulundu.

MS 122: Hadrianus Suru inşa edildi.

III. Ur sülalesi kil tablet

MS 324: Konstantinopolis kuruldu.

MS 455-476: Vandallar Roma'yı yıktı. Batı Roma İmparatorluğu Vizigot ve Ostrogotlara yenik düştü.

MS 554-1453: Doğu Roma İmparatorluğu, Bizans İmparatorluğu adıyla hayatta kaldı.

İSLAMİYET

MS 600: İslamiyetin yayılışı.

MS 661-750: Emeviler.

MS 750-935: Abbasiler. Bağdat'ın kuruluşu.

ardından odundan bir çekiçle dövülerek inceltiliyor, böylelikle kolaylıkla rulo yapılıp saklanabiliyordu. Papirüslerin üzerindeki piktograflar mürekkeple yapılıyordu; bu piktograflar en sonunda hiyeroglife dönüştü. Daha sonra, el yazısına benzer bir versiyonu olan hiyeratik yazı ortaya çıktı.

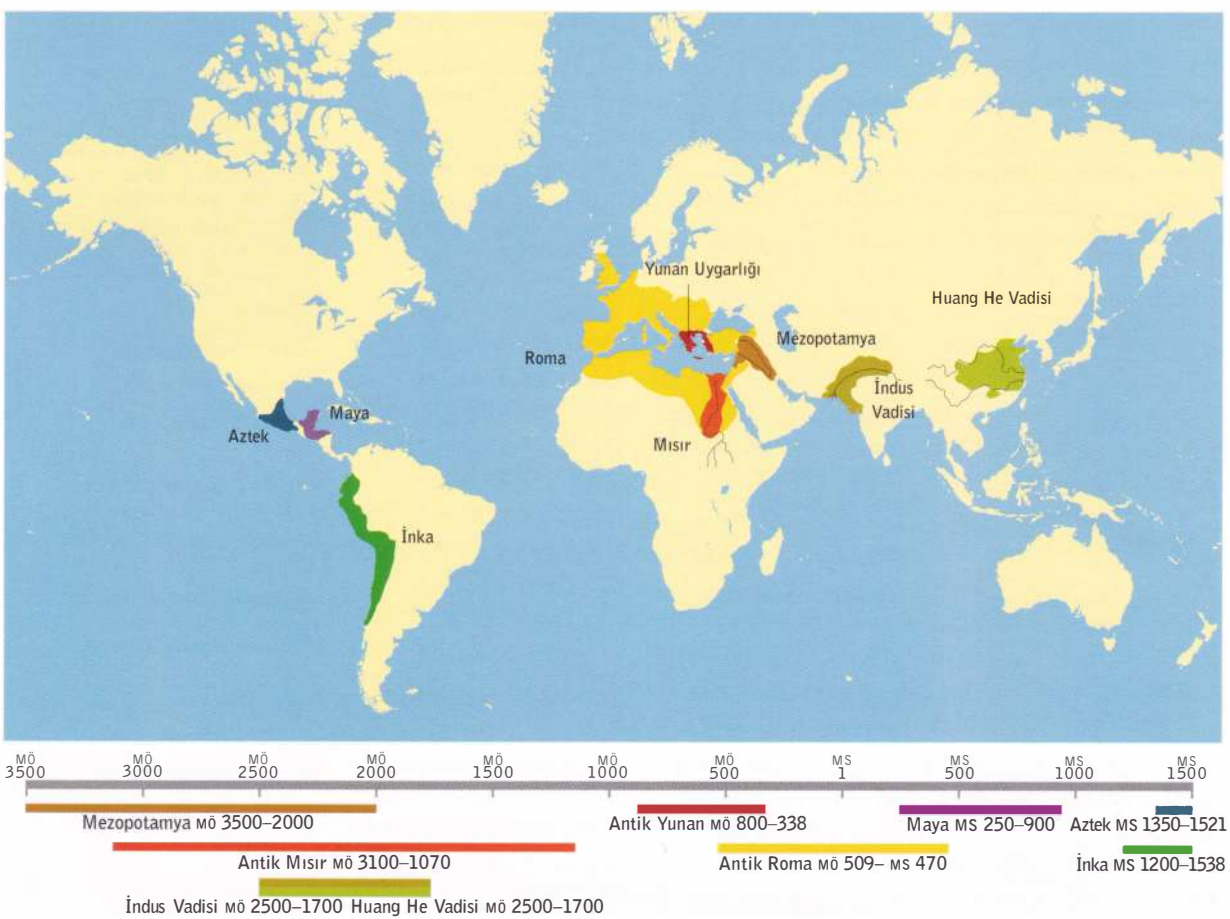
Bakır ve Bronz

MÖ 4000'ler insanoğlunun çok önemli bir keşfine tanıklık etti: bakırı cevherinden ayrıştırma. Bu keşfin teknoloji tarihine önemli katkıları oldu çünkü insanlar yeni malzemeler ve silahlar yapabilmek için çok daha dayanıklı bir malzemeyi kullanmaya başladılar. Metalleri cevherinden ayrıştırmayı öğrendikleri için gelecek yüzyıllarda demir gibi farklı madenleri işleyebileceklerdi.

İnsanlar bakırı cevherinden ayrıştırabilmek için kömür ve odun gibi kolay alevlenen malzemelerle birlikte ateşte bekletiyorlardı. Ocaklardaki ya da çömlek fırınlarındaki sıradan ateşin sıcaklığı bakırı eritmek için yeterli ısıyı sağlamıyordu; bu nedenle yüksek derece ısıya ulaşmak için kamıştan yapılan üfleme boruları kullanmış olabilirler. Böylelikle erimiş haldeki metal aşağı akıyor, cevherin içerisindeki diğer

Antik uygarlıklar

Roma ve Yunan Uygarlıkları ile Amerika'daki uygarlıkların dışındaki tüm uygarlıklar nehir vadilerinde kurulmuştu. Düzenli nehir taşmaları –Nil, Huang He [Sarı Irmak] ve İndus– kent merkezlerini doyuracak tarımsal üretimin yapılması ve üretimin sürekliliğini sağlayacak gerekli besin maddelerini sağlıyordu.



malzemeler ufalanıp ayrışıyordu.

Bakır, çekiçlenerek ya da ufak parçalara ayrılarak objelere dönüştürülüyordu. MÖ 3500 yılı civarında insanlar bakırı daha iyi bir şekilde kullanmayı öğrendi. Cevherinden ayrılmış bir bakır parçasını potanın içine koyup bakırı eritebilecek sıcaklığı sağlayan bir ocağın üzerinde erittikten sonra (muhtemelen taştan) kalıplara dökerek tuğla yapmayı denediler. Bakırın dökümüyle silahlar daha zarif bir görünüm aldı, hatta bu durum daha sonra ilkel bir moda anlayışını da beraberinde getirdi. Elbette kalıp teknolojisinde de iki parçalı kalıp kullanımı gibi birçok gelişme kaydedildi. Bakır madenlerinin ilk yerleşimlerin ortaya çıktığı bölgelerde az miktarda bulunması nedeniyle bakır kullanımı zengin insanların silah üretimiyle sınırlı kaldı.

MÖ 3000 civarında muhtemelen Suriye ve Türkiye'nin doğusuna yakın bölgede yeni bir materyal keşfedildi. Bakırla çalışan zanaatkârlar bakırın içine yine bölgede bulunan bir diğer materyal kalayı eklediklerinde saf bakırdan çok daha kullanışlı bir alaşım elde ettiklerini fark ettiler. Bu gelişme Bronz Devri'nin habercisi oldu; silah ve araç gereçlerin kalitesi inanılmaz arttı. Bronz bakıra göre çok daha dayanıklıydı, bakırdan daha düşük bir erime sıcaklığı vardı, dolayısıyla kalıba daha rahat dökülüyordu. Dolayısıyla silahlar, araç gereçler ve kap kacak gibi birçok el yapımı alet hızla yaygınlaştı. Mezopotamya'da kalay ve bakır bulunmamasına rağmen bu madenlerden yapılma birçok aletin bu bölgeden çıkması Mezopotamyalıların bu aletleri, ticaretle çevre bölgelerden temin ettiklerini gösteriyor. Yaklaşık beş yüz yıl sonra içinde bir miktar gümüş içeren kükürt kurşunu cevheri eritilerek iyi bir miktar gümüş de elde ettiler. İlk cam da muhtemelen Mezopotamya'da MÖ 2000 civarlarında kuvars ve sodanın beraber ısıtılmasıyla elde edildi. Doğal malzemelerin çoğunda bulunan kireç, camı daha dayanıklı hale getiriyordu; cama kurşun eklendiğindeyse daha parlak bir görünüm elde ediliyordu.

Büyük Keops Piramidi

Gize'deki en büyük ve en eski piramit olan Keops, MÖ 2560 dolaylarında inşa edilmiştir. Piramitlerin MÖ 3. binyılın ortalarında nasıl inşa edildikleri hâlâ gizemini korur, çünkü bu dönemde büyük çakmaktaşı aletler kullanılıyordu. Bu piramidin yapımının otuz yıl sürdüğüne, yüz bin köle ve 2,3 milyon taş kullanıldığına inanılıyor. (Mısır; Eski Krallık/4. sülale)

Yerleşim ve Anıtlar

Çömlek fırınları ve bakır ocaklarından elde ettikleri deneyim insanların aklına tuğlaları pişirmeyi getirmiş olabilir. MÖ 3500 civarlarında Mezopotamya'da pişmiş tuğlalar daha büyük ölçekli bir kentselleşmeyi mümkün kıldı. Mezopotamya'daki tapınak komplekslerinde taş tuğlalarla güneşte kurutulmuş ve pişirilmiş tuğlaların birlikte kullanılması o dönemde pişmiş tuğlanın hâlâ yeni bir şey olduğunu göstermektedir. Bu

teknolojik gelişmeler yapı tekniğinde niteliksel bir değişime neden oldu, ancak birkaç yüzyıl daha, sıradan insanlara ulaşmadı.

Mısır ve Mezopotamya'da inşa edilen yapıların üslup olarak birbirinden farklı olmasının sebebi civarda bulunan malzemelerin farklılığıydı. Mezopotamyalılar genellikle güneşte kurutulmuş ya da pişmiş tuğla kullanıyor, lentolarda ve dış cephelerde bu düz taşlı, kuru topraklarda muhtemelen dışarıdan ithal ettikleri taşı tercih ediyorlardı.

Mısırlılar ise aksine taş ocaklarına erişebildikleri için tüm anıtlarını taştan yapıyorlardı. Mezar odalarında güneşte kurutulmuş tuğla kullanıyorlardı. Mısırlılar piramitleri MÖ 3000 dolaylarında inşa etmeye başladılar. Mezar odaları olarak başlayan bu yapılar zamanla daha da detaylı bir hale geldi ve MÖ 2560 dolaylarında Gize'de Büyük Piramit'in (Keops) inşasıyla doruğa ulaştı.

Matematik ve Bilim

Mısır'daki piramitler ve Mezopotamya'daki zigguratlar muhteşem mimari başarılardı. Elbette bunların hiçbiri bir nebze matematik ve ölçüm bilgisi olmadan mümkün olmazdı. Ölçüye, muhtemelen bu yapıların inşasından daha öncesinde, tarım arazilerinin yönetiminde de ihtiyaç duyulmuştu. Hem Mısırlılar hem de Mezopotamyalılar arazi ölçümlerinde ve ticarette kullanılmak üzere belli bir ölçü standardı geliştirmişlerdi. Bu ölçüler arşın, karış ve ayak gibi insan bedenini temel alan birimlerdi. Ağırlık birimleri de tarımsal üretimlere yani kullanılan tahıllara göre belirleniyordu. Mezopotamya'da ve Mısır'da taştan yapılma standart ağırlık ölçülerine dair kalıntılar bulunmaktadır. İkisinde de ağırlık ölçmek için terazi kullanılırdı: bir destek noktasıyla dengede duran eşit kollu teraziler.

Tarım toplumu düzeni iki toplumu da zamanı ölçmeye mecbur bıraktı. Mısırlılar, ekonomiyi oldukça etkileyen Nil'in senelik taşmalarını ve gökcisimlerinin hareketlerini kullanarak takvimler yaptılar. Mezopotamyalılar da astronomi ve matematik alanlarında önemli gelişme kaydettiler. Zaman ve açılar için kullanılan altmışlık sayı sistemi ve burç sembolleri varlıklarını Mezopotamyalılara borçludur. Kil tabletlerinin üzerinde yıldızlar, Ay ve birçok gezegenin hareketlerinin belirlenmesiyle ilgili kayıtlar vardır. Güneş yılı, kameri Ay ve haftanın yedi günden oluşması Mezopotamyalıların icatlarıdır.

Çömlekçilik

Öncesinde kalıp çıkararak ya da yeni kil katmanları eklenerek yapılan çömlek MÖ 4000'lerde bir yenilik daha gördü. Bir mil ekseninde elle veya bir çubuk yardımıyla döndürülen ilkel bir çömlek tezgâhı kullanılmaya başladı. Bu basit icat çömlek üretimini olağanüstü artırdı, aynı zamanda tasarımda yüzyıllar sonra çömlekçi çarkıyla sonuçlanacak yeniliklerin yolunu açtı.

Ulaşım

Tekerleğin icadıyla ulaşımda adeta bir devrim yapıldı. Tekerleğin nasıl icat edildiği bilinmese de M.Ö. 3500'lere ait çömlek ve diğer sanat formlarının üzerinde tekerlekli ulaşımın temsilleri görülmektedir. İlk tekerlekler üç

Tekerlekli arabanın kullanıldığını gösteren bir kabartma

Tekerlekli arabanın icadı birkaç yeniliğe dayanıyordu. Atları kontrol edebilmek için gem ve dizgine ihtiyaç vardı. Tekerlek artık masif ahşaptan yapılmıyordu; dişli göbeği vardı, lataları ayarlanmıştı. MÖ 1200 civarılarında, tekerlek dingili arka tarafa doğru çekildi ve dört latalı tekerlekten altı latalı tekerleğe geçildi. Daha önce öküz ve yaban eşeği için kullanılan boyunduruk, atların üzerinde kullanabilmek için geliştirildi. At arabaları o dönemdeki savaşların yönünü değiştirdi ve tarihte derin bir iz bıraktı. Tutanhamon'un mezarında bulunan bu kabartma, kralın at arabasıyla avlandığını göstermektedir. (Mısır; Yeni Krallık/MÖ 1370-52; altın kaplamalı ahşap; Egyptian National Museum, Kahire)

parça ahşap bir araya getirilerek yapılıyordu. Aynı tasarımın yüzyıllar boyunca dünyanın farklı bölgelerinden birçok uygarlık tarafından kullanılmış olması bu teknolojinin tek bir yerden, muhtemelen Mezopotamya'dan yayıldığını gösterir.

Bu dönemde Mezopotamya ve Mısır'da nehir ulaşımını sağlamaya yarayan botların temsilleri vardır. Bu botlar kamış ve papirüsten yapılma olup insan ve mal taşımaya yarıyordu. Bazı deniz taşıtlarının (muhtemelen ketenden yapılma) yelkenleri olduğuna dair bulgular vardır. MÖ 3000'e gelindiğinde yandan çarklı tekneler yapılmaya başladı. Her iki bölgedeki nehirlerin doğası bu tip hafif taşıtların ulaşım ve ticarette kullanılabilmesini sağlamıştır. MÖ 2500 yıllarında Mısır'da kayığın varlığına dair kanıtlar bulunmaktadır. Artık ahşap kullanılıyor, bu da daha büyük ve sağlam kayıkların yapılmasını sağlıyordu. MÖ 2000 yılından sonra, saz botları ve sallardan evrilen deniz taşıtları; kürekli, yelkenli, başüstü ve kıçı olan ahşap gemilere dönüştüler. Bu dönemdeki deniz taşıtları denizaşırı yolculuk yapabilecek kadar sağlam oldukları için Akdeniz bölgesinde ticareti ve kolonileşmeyi başlattılar.

MÖ 2000 yılından bu yana süren dönem birçok icatın yapıldığı ve toplumsal yaşamın hayli geliştiği bir zaman dilimi olarak anılmaktadır. Bu dönemde Mezopotamya ve Mısır İmparatorlukları varlıklarını pekiştirmiş, köklü devletler haline gelmişlerdir. Artan nüfusun bakır, kalay ve ahşap gibi hammaddelere duyduğu ihtiyaç ticaret ya da askeri kanallar aracılığıyla diğer bölgelerin insanlarıyla etkileşimin kanıtı olarak görülebilir. Kuzey Mezopotamya bölgesindeki insanlar, Asya'nın

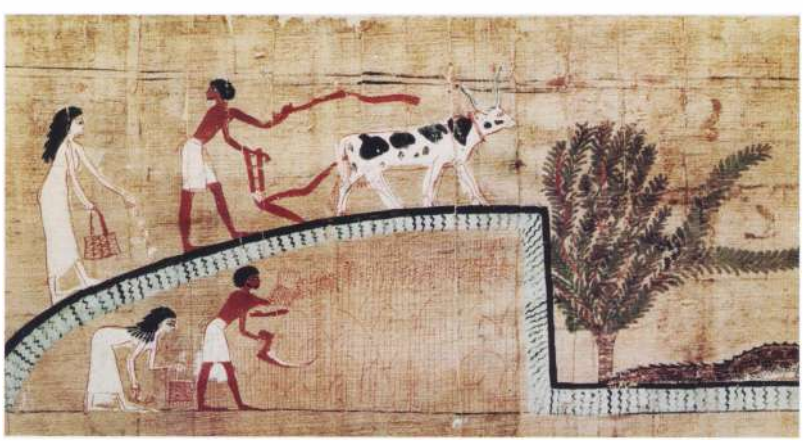
ortasındaki bozkırlardan gelen göçebe topluluklarla iletişime geçmiştir. Bu etkileşim ilginç bir sinerjiyi yarattı. Örneğin bozkırlarda yaşayan çobanlar atları ehlileştirdiler. Mezopotamyalılar ise ahşap işlemede kendilerini geliştirdi ve savaşlardaki etkisi nedeniyle tarihsel açıdan da çok önemli bir araç olan at arabasını icat ettiler.

Tarım ve Uygarlık

Nil vadisi ve Mezopotamya bölgesindeki yerleşik topluluklar zamanla sayıca arttı, bu nedenle politik sistem ve kontrol bağlamında önemli değişimler yaşandı. Mezopotamya'daki Sümerlerin düzenli bir kent hayatı vardı: Tapınak ve evleri bulunuyordu, ekonomilerinin dayanak noktası tarım, hayvancılık, balıkçılık ve hurma üretimiydi. Tüm bunlar aralarında çömlekçi, marangoz, demirci ve bürokratların olduğu, gelişmiş bir toplumun geçimini sağlıyordu.

Mezopotamya'daki yoğun tarım, nehre uzak alanların nehrin kanalları vasıtasıyla suya erişebilmesi sayesinde mümkün olmuştu. Başlarda toprak üzerinde daha az baskı varken nehirlerin üzerine setler kurularak civar bölgelerde sulama yapılmış olabilir. Daha sonraki zamanlarda, meyve ve sebzelerin ekilip biçilmesinin önemi anlaşılınca yılın her döneminde sulama kaçınılmaz oldu. Mezopotamya ve Mısır'da şaduf adı verilen basit bir su kaldıracı kullanılmaya başladı. Bu araç sabitlenmiş bir direğin üzerindeki uzun kirişin bir ucuna su kovası, diğer ucuna ip bağlayarak yapılıyordu. Bu basit alet, sulamada verimliliği artırdı, farklı versiyonları yüzyıllar boyunca kullanıldı.

Yabani eşek ve öküz gibi kurak iklim hayvanları da saban yardımıyla toprağı işlemede kullanılıyordu. Boyunduruğun kullanılmaya başlamasından önce hayvanlar boynuzlarına bir ip bağlanarak tarla sürüyorlardı. Boyunduruk ile hayvanlar kontrollü bir şekilde eşleştirilebiliyor, tekerlekli ulaşım için kullanılabiliyorlardı. İlk sabanlar, ucu çatallı bir sopaya ip bağlanarak yapılıyor, bu ip bir insan ya da hayvan tarafından çekiliyordu. Sabanla tarla sürmek toprağın verimini artırdı. MÖ 3000 civarında sabanda önemli bir değişiklik yapıldı: Saban demiri ve taban tek bir parça haline getirilip boyunduruklu hayvanlara takıldı. Bu sayede ekin mahsulle-



İlk sabanların tasviri

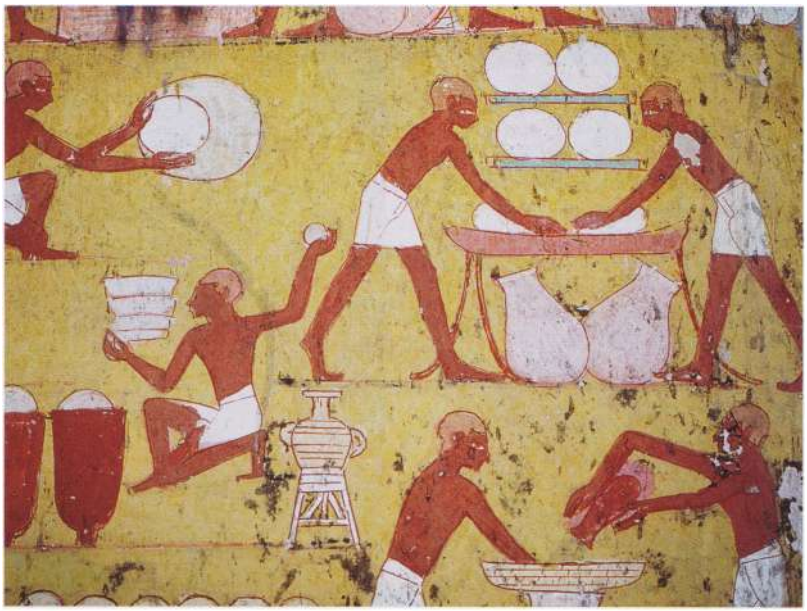
Tarım ve ulaşımın temeli olan Nil Nehri, Mısır Uygarlığı'nın geçim kaynağıdır. İlk sabanlar ucunda sivriltilmiş bir saban demiri olan basit, çatallı bir çubuktan ibaretti. Sabana tutturulan bir ip, hayvanların boynuzuna bağlanarak sabanı çekmeleri sağlanıyordu. Sonra ipin yerini boyundurukla sağlamlaştırılan bir yük direği aldı ve bu tasarım yüzyıllarca kullanıldı. 21. sülale dönemine ait bu vinyet detayında, insanların saban kullandığını, ekim yaptığını ve buğday topladıklarını görüyoruz. (Mısır; *Book of the Dead of Lady Cheritwebeshet*; 21. sülale/MÖ 1069-945; Mısır Müzesi, Kahire)

rinde gözle görülür bir artış oldu. Topraktaki besinler tekrar kullanılabiliyor, ekinler sıralar halinde dizildiğinde yabani otları ayıklamak kolaylaşıyordu. Mezopotamya'da MÖ 3000 ile 2000 yılları arasında sabanın tabanına basit bir tohum ekme aletinin yerleştirilmesiyle sabanın verimi de artırıldı.

Arpa ve hurma ağacı bolca yetiştiriliyor, ikisinden de fermente içecekler yapılıyordu. Mısır'daki mezar tasvirlerinde ve MÖ 2500 civarında Mezopotamya'daki mühürlerde, arpanın filizlendirilip fermente edilmesiyle yapılan biralara dair tasvirler yer almaktadır. Hurma şeker açısından zengin olduğu için bu bölgelerin iklimleri daha kolay mayalanmasını sağlıyordu. Şarap tüketimi soylular ve zenginlerle sınırlı olsa da MÖ 3. binyılda Sümer ve Mısır'da üzüm de yetiştiriliyordu.

Yağ tohumları yağ elde edebilmek için ilkel preslerde eziliyordu. Bu preslerden en basiti, zeytinden, hatta farklı bitkilerden yağ elde edebilmek için iki direk arasında bükülen bir torbadan ibaretti. Güzel kokulu bitkilerin özü ve bazı yağların karışımıyla yapılmış merhemlere dair kalıntılar da bulunmaktadır.

MÖ 3500 civarı Mezopotamya ve Mısır'da giysi dokumak için basit dokuma tezgâhları kullanılmaya başladı. Yere kurulan bu tezgâhlarda sadece kaba kıyafetler dokunabiliyordu. Mısırlılar pamuk yetiştiriyorlardı ancak Mezopotamyalılar pamuğu İndus Vadisi'nden getirtiyorlardı. Buna rağmen Mısırlılar keten ipliği kullanarak keten kumaşı dokumayı tercih ediyorlardı. Anadolu ve Suriye gibi bölgelerde de pamuk kullanılıyordu. İlginç bir şekilde binlerce kilometre uzakta olan Çin'de MÖ 3000'li yıllara ait dokunmuş ipek kumaş kalıntıları bulunmuştur.



Mısır'da ekmek ve bira yapımı

Mısır'da ekmek yapımı oldukça yaygındı, benzer bir teknik sayesinde Mısırlılar'ın bira yaptığı da düşünülüyor. Arpa tahılını nemlendirerek çimlendiriyorlardı. Maltlı arpa somun şekline getirilerek pişiriliyordu. Pişmiş somunlar daha sonra ufalanıyor, biraz su ile beraber mayalanması için birkaç gün bekletiliyor, elde edilen mayalanmış bira süzülüp şişeleniyordu. Bir mezara ait bu resimde fırıncılar hamuru yoğuruyor, karıştırıyor, ardından ekmek kalıplarına dolduruyorlar. (Mısır; 18. sülale/MÖ 1550-1295; Kenamun'un mezarından bir resim)

Demir Devri'ne Geçiş

Bronzu işleme tekniklerinde de önemli değişimler oldu. MÖ 2000'lerde körüğün icadıyla çok daha büyük ölçekli metal ürünler üretilmeye başladı. Öncesinde sadece silah ve bazı aletlerin yapımında kullanılan metal yaygınlaştı. Bu döneme ait, döküm tekniklerinin geliştiğini gösteren el yapımı bronz aletler de bulundu. MÖ 1500'de döküm teknolojisi ve madencilik gelişti, bronz işçiliği çok daha zarif bir hal aldı.

Mezopotamya, Mısır ve diğer bölgelerde bronz işçiliği yaygındı, Türkiye'nin doğusunda bulunan Hititler ise bu dönemde kalay ve bakır kadar önemli başka bir metal daha buldular. Hititler bir demir madenine girmeyi başardılar. O zamanlar bilinen diğer metallerin aksine demir, dönemin

Bronz mızrak başı ve kalıbı

Bronz, M.Ö. 3000'lerde çok büyük ihtimalle kalay ve bakırın kazara karıştırılmasıyla bulundu. Bronz Mezopotamya'da çokça kullanılsa da Mısır'da durum farklıydı. Mısır'da çok büyük bakır madenleri olmasına karşın kalay bulunmadığı için Mısır'da bronzun yaygınlaşması Mezopotamya'ya göre bin yıl geç oldu. Yukarıdaki mızrak başı ve kalıbında görüldüğü üzere madencilik ve döküm teknolojilerinin gelişimiyle, bronz işçiliği MÖ 1500 yıllarında zarif bir görünüm almıştır. (İngiltere; Erken dönem Kelt; British Museum)

fırınlarında kolayca eritilemiyordu. Yine de şekil verebildikleri ölçüde metali kullanmaya başladılar.

Demiri işleme çabaları insanları çok farklı bir teknoloji geliştirmeye itti. Körük fırınlardaki ateşin derecesini yükseltiyordu ancak yanan kömürden çıkan gazlar cevherin içindeki metalin azalmasına sebep oluyordu. Bu sebeple fırının bakırı işlerken olduğundan daha kontrollü çalıştırılması gerekiyordu. Demir bakıra göre daha sert ve işlenmesi daha zor olduğundan yalnızca kızgınken dövülebiliyordu. Bu, demir işçiliğinin başlayabilmesi için maşa, örs ve güçlü çekiçler gibi birçok tekniğin gelişmesi gerektiği anlamını geliyordu.

MÖ 2. binyılda, özellikle de MÖ 1500 civarında demir silah yapımında kullanıldı, ama Mısır ve Mezopotamya İmparatorlukları demiri ancak sonraki binyıl başında her türlü eşya yapımında kullanmaya başladılar. Bu nedenle bir önceki milenyumda bronz kullanımı yaygındı. Zanaatkârlar çok büyük objeleri dökebilmek için balmumundan çıkarılan bir modelin alçıyla kaplanmasıyla uygulanan kayıp mum döküm tekniğini keşfettiler. Kilden yapılan kalıp daha sonra ısıtılarak içindeki mumdan arındırılıyor, kalıbın içine erimiş metal dökülerek istenen obje elde ediliyordu.

ANTİK YUNAN

Bu dönem aynı zamanda Akdeniz, özellikle de Ege Denizi kıyılarında uygarlığın yükseldiği devirdir. Ege'deki gelişmeler önemliydi, çünkü bu gelişmeler dünya tarihinde önemli bir iz bırakan ilk Avrupa uygarlığı olan Yunan Uygarlığı'nın yükselişine zemin hazırladı.

Girit Adası, Kyklad Adaları ve Yunanistan anakarasından oluşan Ege bölgesi de tıpkı Mısır ve Mezopotamya gibi teknolojik açıdan gelişiyordu. Bu bölgede MÖ 7000'den beri tarım yapılıyordu, haliyle tarım toplulukları da vardı. Neolitik Çağ'da buğday, arpa, yulaf, mercimek, bezelye ve üzüm yetiştiriyorlardı.

Metalin Kullanılması

MÖ 3000 civarı Bronz Devri'nde metal eşyaların kullanıldığına dair kanıtlar bulunmaktadır. Bunlar arasında Girit'te bulunan çift başlı balta başta olmak üzere, el baltası ve hançerler de vardır. İlginç bir şekilde buradaki insanlar yüzlerindeki tüyleri koparmak için cımbız, yüzlerine boya sürmek için taş paletler kullanmışlardır! Aynı zamanda altın ve gümüşten yapılma oldukça zarif mücevherler de bulunmuştur.

MÖ 2000'de insanlar bu bölgeye akın etmeye başladı. Bu insanların

Akropolis: Pantheon

Kelime anlamı şehrin en yüksek yeri olan akropolis, genellikle şehri savunma amacıyla yüksek bir noktaya kurulmuş kaledir. En ünlülerinden biri olan Atina'daki akropol, içinde birçok yapıyıyı barındırır. Bunların içinde ayakta kalabilmeyi başaran Pantheon, MÖ 5. yüzyılda inşa edilen bir tapınaktır. Muhteşem Pantheon, Yunan Uygarlığı'nın, klasik döneminden bu yana ayakta kalmayı başaran en önemli yapısı olarak görülür.

Seramik bir vazo

Yunanlar seramik alanında kendilerini oldukça geliştirdiler. Korinthos ve Attika çömlekleri Batı dünyasının açık ara en iyisiydiler. Çömlekleri diğerlerinden ayıran, üzerlerindeki siyah ve kırmızı renkler; oldukça kaliteli bir kilden, birden çok fırınlama işleminden geçerek zahmetli bir süreç sonunda üretiliyordu. MÖ 6. yüzyıla ait siyah figürlü bu hydria ise Akhilleus'un yasını tutan Nereus Kızları'nı betimliyor. (Yunanistan; MÖ 560-550; Louvre; Paris; Fransa).

kuzeyden ya da başka yerlerden gelen çiftçiler olup olmadıkları hâlâ tartışılan bir konudur. Öte yandan MÖ 2000 civarında anakarada bir çeşit ayaklanma yaşandığı için teknolojik yenilikler ve metal kullanımı bir süreliğine azaldı. Fakat MÖ 1600'lere gelindiğinde bölgede işler tekrar yoluna koyuldu. Bu dönemin mezarlarına gömülen objeler oldukça zariftir: altın ve gümüş kadehler, mücevherler ve süslemeler, Mısır'dan gelen ametist boncuklar ve Avrupa'nın kuzeyinden kehribarlar. Silahların çoğu bronzdan üretilmiş olsa da altın kabzalı kılıçlara da rastlanmaktadır.

MÖ 500'de eşya yapımı için en çok tercih edilen metal demirdi. Demir işleme teknolojileri geliştikçe silah dışında farklı objelerde de kullanılmaya başladı. Askeri teknolojide, Asurlular kerpiç ve taştan şehir surlarında oldukça etkili olan şahmerdanı tasarladılar.

Mimari

Evler genişti, en fazla iki katlıydı. Anakarada çatı döşemesi olarak kullanılmış kerpiçler bulundu. MÖ 1500 kadar erken bir dönemde Girit'te büyük meydanları olan planlı şehirlerin kanıtlarına rastlandı. Sokaklar taşlarla döşeliydi, atık su kapalı bir drenaj sistemiyle şehirden uzaklaştırılıyordu. Kilden yapılma drenaj sistemleri vardı – mesela Knossos Sarayı'nda.

Çömlekçilik

Çömlek üretiminde, çömlekleri bütün dünyada değer gören Korinthoslu çömlek ustalarının teknik uzmanlığına dayanan birkaç yenilik vardı. Bronz Devri'nin başında Girit'te kullanılan bir çeşit hızlı çömlek tezgâhı ile çömlekler oldukça zarif bir hal aldı. Eski çömlek tezgâhı, yerden altmış santim yükseğe konan krank miliyle birlikte daha ağır ve sağlam bir tezgâha dönüştürüldü. MÖ 600'e

gelindiğindeyse çömlek tezgâhı, çömlekçinin çarkı otururken ayağı ile çevirebileceği bir yüksekliğe yerleştirildi. İlk torna da bu dönemde, muhtemelen Korinthoslu çömlek ustalarının çömlekleri döndürerek tıraşlamasından etkilenilerek kullanıldı.

Ticaret ve Ulaşım

Kilden, kemikten, taştan ve fildişinden yapılma mühürlerin kullanımı ile farklı metallerin işlenmesine imkân veren teknolojiler ve mücevherat yapımı Mısır ve Mezopotamya Uygarlıklarından öğrenilmişti. Bu bölgeler arasında bir etkileşim ve ticaret olduğu aşikârdır. Üzerinde tek direkli, yüksek pruvalı ve alçak kıçlı deniz taşıtlarının resimleri olan vazolara ait kalıntılar bulunmuştur.

Antik Yunan'dan eski gümüş sikke

Antik Yunan'da MÖ 6. yüzyıla kadar madeni para kullanılmadı. Altın ve gümüş gibi değerli metaller kadeh, tabak ve vazoların yapımında kullanılıyordu. Anadolu'daki Artemis Tapınağı'nın yakınlarında yapılan kazılarda MÖ 6. yüzyıla ait sikkeler bulundu. Burada dört Atina drahmisinin üzerinde şehir sembolleri, baykuş ve Athena Parthenos heykeli bulunmaktadır. (Yunanistan; Klasik dönem; Gümüş)

Gelişen uygarlık komşularıyla yoğun bir şekilde ticaret yaptıkça deniz ulaşımı da gelişti. MÖ 600'lerde yaşayan ve bilimin atası olarak anılan Miletoslu Thales, mesafeleri ölçmek için üçgenleme tekniğini kullanan ilk kişiydi. Üçgenleme tekniğinin daha önce geometri bilgileri oldukça gelişmiş olan Doğu Akdeniz'in Fenikeli denizciler ve Mısırlılar tarafından kullanılmış olma ihtimali de yüksektir. Thales'in aynı zamanda denizcilere yön bulmak için Küçükayı'ya bakmalarını önerdiği ve MÖ 585'te gerçekleşen Güneş tutulmasını da tahmin ettiği söylenir. Öğrencilerinden Anaksimandros'un, o tarihte bilinen dünyanın bir haritasını yapmış olduğuna ilişkin kanıtlar vardır. Yine Mısırlıların ve Babillilerin harita kullanmış olmaları muhtemeldir ancak bu haritalar bölgesel haritalardı. Trireme adı verilen üç kürekli savaş gemisi bu dönemde Akdeniz'in doğusunda icat edilmiş, Yunanlar tarafından da kopyalanmıştır. Gemicilik alanında bu ve buna benzer gelişmeler sayesinde Yunan askerleri denizde Persleri yenmiş, Akdeniz'in doğusunda tekrar üstünlüğü ele geçirmişlerdir.

MÖ 6. yüzyılda Babillileri yenen Persler, İran'dan Akdeniz'e uzanan bir imparatorluk kurmuştu. Bu denli büyük bir toprağın içinde iletişimin hızlı olması gerektiğinden Persler tüm imparatorluk boyunca yollar inşa ettiler. Anayolların tümü muhtemelen piyade ve süvarilerin hızlı ilerleyebilmeleri için taşla döşeliydi.

Matematik

MÖ 336 yılında yirmi yaşındaki Makedonyalı İskender, Yunanlara hükmetmeye başladı. Dünyaya hükmetmek isteyen İskender, Pers İmparatorluğu da dahil olmak üzere İndus Vadisi'ne kadar antik dünyanın büyük bir kısmını fethetti. MÖ 323 yılındaki vefatından sonra İskender'in büyük imparatorluğu parçalara bölünerek generalleri tarafından yönetilmeye başlandı. Mısır'a hükmeden Ptolemaios döneminde,

müze ve kütüphanesiyle antik dünyanın meşhur şehri İskenderiye'nin liman şehrinde bir okul kuruldu. Kütüphaneyle özdeşleştirilen öğrencilerden biri de Platon'un eski öğrencisi Eukleides'ti. Eukleides, matematiğin en ünlü kitabı olarak bilinen ve geometrinin temellerini atan *Stoikheia*'yı [Elemanlar] yazdı. Eukleides'in kitabında ispatladığı çoğu teorem daha önce de biliniyordu ancak Eukleides'le birlikte ilk defa mantık yürütme matematiksel sonuç elde etme metodu olarak belirlendi. Eukleides aynı zamanda konikler üzerine çalıştı; sayılar kuramındaki çoğu sonuçta da onun parmağı vardır. Ondan önce Aristoteles, yüzyıllar boyunca felsefe ve matematiğin belkemiği olan man-

Arkhimedes: Yunan Dehası

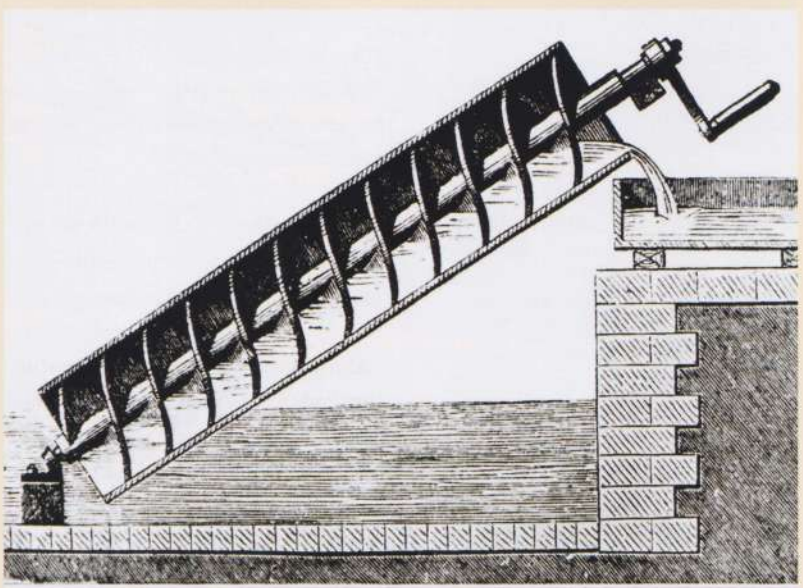
Klasik Yunan Dönemi'nin en önemli biliminsanlarından biri olan Arkhimedes (MÖ 490-323), bir matematik ve mühendislik dehasıydı. Sicilya'nın Syrakusa kentinde doğan Arkhimedes, gençliğinin bir kısmını İskenderiye'de geçirdi, Eratosthenes ile arkadaşlık etti. Daha sonra Kral II. Hieron'un sarayında kalmaya başlamış; buradayken suyun kaldırma kuvvetini buldu. Arkhimedes'e saf altın olup olmadığına bakması için bir taç verildiği, onun da bir hamamda problemi çözerken çıkıp sokaklarda "Eureka, Eureka" diye bağırarak çırılçıplak koştuğu bilinen bir hikâyedir.

Arkhimedes yaratıcı bir mühendisti. Mısır ve Mezopotamya'da halihazırda kullanılan vidayı geliştirerek Arkhimedes burgusu olarak anılan aleti icat etti. Bu garip alet kanallardan su çekmede, hatta gemilerin içindeki suyu boşaltmada oldukça işe yaradı.

Bu büyük biliminsanı aynı zamanda kral için gemiler tasarladı ancak bu gemilerin inşa edilip edilmediği bilinmiyor. Syrakusa'yı kuşatan Roma gemilerini ayna kullanarak yaktığına dair birçok hikâye vardır ancak bu parabolik aynaların varlığı kanıtlanamamıştır. Ona atfedilen bir başka askeri alet de Arkhimedes pençesi adı verilen ve gemileri karadan kaldırıp suya bırakmaya yarayan, bir ucu kancalı dev bir vinçti. Ama yine, bu aletin gerçekten yapıldığına dair bir kanıt bulunmamaktadır.

Arkhimedes, tüm zamanların en önemli matematikçilerinden biri olarak görülür. Sayılar kuramı, konik kesitler, sonsuz seriler ve geometri gibi çeşitli alanlar üzerine çalışmaları vardır. Sabit pi sayısını, pi sayısına oldukça yakın bir değerde buldu ve üç sayısının karekökünü hesapladı; her ikisi de irrasyonel sayılardı ve tam değerleri yoktu. Koni, silindir ve silindirin içinde koni gibi birçok geometrik cismin yüzey alanını ve hacmini hesapladı.

Arkhimedes burgusunun tasviri



Atina Okulu (detay)

Sokrates, Platon ve Aristoteles, Batı kültürü ve felsefesinin temellerini atan üç önemli Yunan düşünürdü. Platon Atina'da, o dönemde Batı'nın ilk ve en önemli okulu Akademia'yı kurdu. Yunan filozoflar; felsefe, müzik, sanat, politika, matematik ve bilim gibi birçok alanda tartıştılar. Vatikan'da bulunan ve MS 16. yüzyıla ait bu freskte, Platon ve Aristoteles felsefe üzerine tartışırken resmedilmiş. (Raffaello; 1510-11; Vatican Museums and Galleries; Vatikan)

tığın temellerini atmıştı. Pythagoras, Eratosthenes ve Arkhimedes, sayılar kuramı ve geometriye katkıda bulunan diğer Yunanlardır.

Öteki İcatlar

Yunanistan'ın en çok ihraç ettiği şeyler arasında zeytinyağı ve şarap vardı. Zeytin ve üzüm ezmek için kullanılan ilkel presin yerini daha gelişmiş bir pres aldı. Ticaretin önem kazanmasıyla takas sistemini geride bırakıp para sistemine geçtiler. Bozuk para sistemini muhtemelen Lidya Kralı Kroisos getirdi. Bozuk paraların kullanılmaya başlaması, altın ve gümüşün miktarını belirlerken oldukça hassas ölçümler yaptıkları anlamına geliyor. Ayrıca altın ve gümüş madenciliğinde, özellikle de saf gümüş elde edebilmek için gümüş alaşımını fırın ya da potada diğer maddelerle ısıtma işleminde geliştiklerini gösteriyor.

Yunan Etkisi

Büyük İskender'in fetihlerinin bir sonucu olarak başta Mısır'daki İskenderiye olmak üzere Suriye, İran ve Baktriane'de anadili Yunanca olan krallıklar kurulmaya başladı. İskender'in ölümünden sonra Yunan, Pers ve Mısır Uygarlıklarının harmanlanmasıyla oluşan ve Helen Uygarlığı adı verilen yeni bir kültür ortaya çıktı. MÖ 800'de Helenler Ege bölgesine yerleştiler ve sonraki sekiz dokuz yüzyıl boyunca bilim, tıp, teknoloji ve sanat alanlarında önemli ilerlemeler kaydettiler. Antik Yunan, Batı uygarlığına şekil verdi; etkisi Roma İmparatorluğu'ndan Rönesans'a kadar sürdü. Yunan etkisinin görüldüğü alanlardan bazıları sanat, kültür, edebiyat, politika, felsefe ve bilimdir. Örneğin, ilk Olimpiyat Oyunları MÖ 776'da Olympia'da düzenlendi. Batı felsefesi yüzyıllar boyunca Aristoteles ve Platon gibi Yunan düşünürlerin öğretileri üzerinden anlatıldı. Aristoteles'in gökyüzü ve suyuk teorisi iki bin yıla yakın bir süre geçerliliğini korudu.

ANTİK ROMA

İskender'in ölümünden sonraki dönemde MÖ 300'ler, MS 5. yüzyıla kadar varlığını sürdüren Roma İmparatorluğu'nun doğuşuna tanıklık etti. Roma İmparatorluğu, Akdeniz'in

merkezindeki konumu sayesinde Ortadoğu'dan Britanya Adaları'na kadar genişledi. Bir süre bir tür demokrasiyle yönetildi; yol döşemeleri, kamu binaları, spor kompleksleri ve sukemerleri gibi altyapı sistemleri inşa edildi. Bu dönemde devrim niteliğinde bir gelişme yaşanmamış olsa da var olan teknolojiyi geliştirip daha büyük ölçekte kullanmaya başladılar.

Gelişmeler ve Yenilikler

İskenderiye'deki yenilikçi kültür Heron ve Heron'un pek de bilinmeyen çağdaşı Ktesibios'la devam etti. Heron, buhar türbinini ve o zaman kullanılan saatlerden çok daha doğru sonuç veren su saatini geliştirdi. Ktesibios ise su orgu ve emme basma tulumba olan yangın tulumbasını geliştirdi. Astronomik aletlerin tasarımında da birçok yenilik yapıldı.

Askeri teknoloji alanındaysa Romalılar mancınık ve arbalet gibi silahları geliştirdiler. Ayrıca hava basıncıyla çalışan bir silah da yaptılar. Bu dönemde ilerleme kaydedilen başka bir alan ise demir üfleme tüpleri sayesinde gelişen şişe yapımıdır.

Mühendislik ve İnşaat

Gelişen teknoloji ve aletler Roma döneminde bina ve anıtların yapılmasını sağladı. Dişli, makara, kaldıraç ve çark gibi aletleri kullanarak ağır yükleri kolayca kaldırabilmek için daha iyi vinçler geliştirdiler.

Roma, uçsuz bucaksız bir imparatorluktu ve MÖ 1. yüzyıla kadarki dönem, imparatorluğa hizmet etmesi

Roma sukemeri

Tuğla ve betondan yapılan kemerler Romalıların mimarlığa yaptığı en önemli katkıdır. Çimento ilk kez Romalılar tarafından beton yapmak için kullanıldı, beton da kiremitlerle birlikte sağlam sukemerleri yapmalarını sağladı. Bunun en güzel örnekleri Roma sukemerleridir. Fransa'da Gard Köprüsü'ndeki bu sukemeri, MÖ 19'da Gard Irmağı üzerinden su taşımak için Romalılar tarafından inşa edilmiştir.

Dioskorides *De materia medica*'nın* [İlaç Bilgisi Üstüne] Arapça versiyonu

Yunan hekim ve farmakoloji bilgini Dioskorides tarafından MS 1. yüzyılda yazılan beş ciltlik *De materia medica* muhtemelen bitkisel tedavinin en önemli kitabıydı. Yunan ve Romalıların bildiği bütün bitkisel ilaç bilgisini kapsıyordu. 17. Yüzyıla kadar geçerliliğini korudu, çoğunlukla Arap bilginler tarafından yorumlar ve yeni bilgiler eklenerek birçok kez çevrildi. (Semerkand, Özbekistan; 987-990; State University Library, Leiden)

* Resim altlarındaki eser isimlerinde orijinal kitaba sadık kalınmıştır. (yay.n.)

için inşa edilen birçok yol ve sukemerine tanıklık etti. Ne var ki Romalılar çok iyi geliştiricilerdi; var olan teknolojiyi ve tasarımı geliştirir ancak nadiren yeni şeyler icat ederlerdi. Örneğin sukemerleri daha öncelerde Mısır, Mezopotamya ve Yunanistan'da kullanılıyordu ancak Romalıların inşa ettiği kemerler bunlara kıyasla oldukça büyüktü. Roma İmparatorluğu'nda sıhhi tesisat oldukça iyiydi, su pompalamak için kurşun ve seramik borular kullanılıyordu. Yapı teknolojisinde daha sonra betonun icadına vesile olacak çimento da Romalılar tarafından bulundu. Yunanların kullandığı dikme ve lento yerine tuğla ve beton kemerler inşa ettiler.

Bu dönemde kullanılmaya başlanan başka bir teknoloji de su değirmeniydi. MÖ 100 dolaylarında Yunanlar tarafından kullanılan su değirmeninin kullanım alanını genişlettiler. Başlarda değirmen taşına bağlanan yatay bir çarkla mısır ve buğday öğütülüyordu. Bu teknoloji yalnızca su debisinin yeterli olduğu yerlerde kullanılabiliyordu. Suyu kaldıran dikey çarklar Mısır'dan sonra Roma'da da yaygınlaşmaya başladı.

Alfabe

Fenikeliler, yirmi iki harfli alfabeleri için Sümer çiviyazısı ile Mısır hiyerogliflerini temel aldı – ikisi de kelimeler yerine sembolleri kullanıyordu. Fenike alfabesi önce Yunanlar sonra Romalılar tarafından değiştirilerek modern alfabe oluşturuldu. Roma rakamları da Etrüsk rakamlarının bir uyarlamasıdır.

Öteki İcatlar

Bu dönemde Roma yapılarında kullanılan merkezi ısıtma sistemi ve Pompei yıkıntılarında bulunan vakum pompası gibi birçok şey icat edildi. Romalı tarihçi ve biliminsanı Plinius, donyağı ve kül kullanarak sabun yapımı üzerine çalıştı; bu fikrin temelinde Babillilerin sebze yağları ile alkali tuzu birlikte kullanması yatıyordu. Zeytinden yağ çıkartmak için vidalı pres kullanılmaya başladı. O dönemde oldukça yanlış bir tıbbi anlayış hâkim olsa da Roma cerrahi aletlerinin bazılarının kalitesi olağanüstüydü.

Roma Mirası

Oldukça büyük olmasına karşın Roma İmparatorluğu'nun bazı açılardan hayli düzenli olduğunu söyleyebiliriz. Yaygın kullanılan dil Latinceydi; lejyon imparatorluğun her yanından asker alımı yapıyordu. Örf ve âdet hukuku ile Grekoromen kültür mirası çokuluslu bu imparatorluğu bir arada tutan diğer faktörlerdi. MS 150 yılında imparatorluk barbarların tehdidi altında kaldı, MS 324 yılında Constantinus'un imparatorluğundan önce bir anarşi dönemi yaşanmış olsa da birbirinden ayrılan bölgeler tekrar birleştirildi. Constantinus ayrıca imparatorluğun merkezini Roma'dan Konstantinopolis'e aldı, sonrasında Bizans İmparatorluğu'nun kurulmasına zemin hazırladı. Bizanslı biliminsanları Yunan düşünürlerin mirasını korudu, onların temellendirdiği matematik anlayışını geliştirdi ve onu kullanarak, en önemli başarılarından biri olan muhteşem Ayasofya'yı inşa ettiler.

İSLAMİYET

7. yüzyıl, Levant'ta İslamiyetin doğuşuna ve halifeliğin kuruluşuna tanıklık etti. İslamiyet İspanya, Kuzey Afrika ve İran'dan Hindistan'a yayıldı; Bağdat – Abbasi Devleti'nin başkenti– dönemin en önemli öğrenim merkezlerinden biri haline geldi. Araplar, diğer uygarlıklar tarafından yazılmış birçok eseri Arapçaya çevirdi, bilgiyi bu kitaplar aracılığıyla (kâğıt yapımını Çin'den öğrenmişlerdi) yaydılar. Arapların farklı uygarlıkların bilgilerini sentezlemesi sayesinde İslam'ın altın çağı başladı; MS 750-1258 yılları arasında yaşanan bu dönem, Moğolların Abbasi Devleti'ni işgal etmesiyle son buldu. Bu dönemde Müslüman bilginler bilim, matematik, tıp ve astronomi alanında önemli gelişmelere imza attılar.

Tıp

Müslümanlar MS 707'de Şam'da ilk Müslüman hastanesini kurarak modern hastaneciliğin temelini attılar. İlaç dükkânları açıp tıp alanında ansiklopediler derleyerek eczacılık bilimine de katkıda bulundular. 9. yüzyılda İran'da diğer antik kültürlerin tıp uygulamalarını da bünyesine katan Gondeşapur Tıp Okulu, İslam uygarlığının en büyük okuluydu.

9. yüzyılda yaşamış İranlı doktor Ebubekir Razi, bir şifacı olarak deneyimleri ile bazı hastalık ve tedavileri anlattığı kitabı *Kitabü'l Havi*'yi yazdı. Çiçek hastalığı ve kızamık için tedaviler geliştirdi, afyonu ilk defa anestezik ilaç olarak kullandı. Bu dönemde neşter, cerrahi iğne ve küret gibi cerrahi aletler de icat edildi.

10. yüzyılda Ebu'l-Kasım Zehravi, yüzyıllar boyunca tıp alanında kaynak olarak kullanılan, otuz ciltlik ilham verici bir kitap yazdı. Cerrahların atası olarak bilinen Zehravi, geleneksel Yunan ve Roma tıp bilgilerini İslam dünyasındakilerle harmanladı. 10 ve 11. yüzyıllarda yaşayan İbn Sina, simya ve felsefe gibi çeşitli alanlarda dört yüz elliden fazla kitap yazan bir diğer önemli biliminsanıydı. İlk defa tüberküloz gibi bulaşıcı hastalıkların doğasını tartışan İbn Sina İslam, Yunan ve Hint tıp kültürlerini harmanladığı kitabıyla tanınır. Cıvalı bileşimlerin uygulanması ve antiseptik olarak saf alkolun kullanımı da bu dönemde gerçekleşmiştir.

Bilim, Matematik ve Astronomi

Bilimsel yöntem, 10 ve 11. yüzyıllar arasında yaşamış, deneysel ve kantitatif yöntemin ilk savunucularından İbnü'l Heysem gibi biliminsanları tarafından kullanıldı. Optik alanında iğne delikli kamera gibi birçok yeni fikir vardı.

Müslüman bilginler; Yunanlar, Mısırlılar, Babilliler ve Hindular tarafından kullanılan matematiksel kavramları geliştirdiler. Muhammed bin Musa el-Harizmi, doğrusal ve ikinci dereceden denklemlere ilk defa sistematik bir çözüm getiren bir cebir kitabı yazdı. Bu ve diğer denklemler çok önce Yunan matematikçi Diophantus tarafından tartışılmış olsa da Harizmi bunları bir disiplin olarak geliştiren ilk isimdi.

Kimyanın atası olarak anılan Cabir bin Hayyan 8. yüzyıla damgasını vuracak birçok şey keşfetti. Simyaya deneysel yöntemi getirdi, birçok kimyasal işlemi buldu – bunlar arasında en öne çıkanı nitrik ve hidroklorik asitin sentezlenmesidir. Damıtma işlemi bu dönemde çok daha karmaşık bir hal aldı; alkol ve petrol damıtılan ürünlerdendi.

Fergani, Abdurrahman es-Sufî, Zerkâlî ve Nureddin Batrucî, dönemin var olan astronomik teorilerini sorgulayan önemli Müslüman astronomlardı. Müslümanlar astronomi alanındaki önemli gelişmelere ilk rasathaneyi inşa edip usturlabı icat ederek katkıda bulundular.

Avrupa Üzerindeki Etkisi

Altın Çağ, ilerleyen yüzyıllarda Avrupa'daki bilimsel ve teknolojik ilerlemede de çok etkili oldu. Bu beş yüzyılda biriken bilgi soyut ve uygulamalı bilim için çok faydalıydı. Yunanca metinlerin kaybolan Arapça çevirileri Avrupalı orta çağ biliminsanları tarafından paha biçilmez kaynaklardı.

İslam bilginleri Hindistan ve Çin'deki bilimsel ve teknolojik yenilikleri Avrupalı bilginlerin fark etmesine aracılık ettiler. Ortadoğu'daki gelişmeler ilk binyılın bitiminden sonra birkaç yüzyıl daha devam etti, araştırma ve bilgi yeri olarak üniversite gibi yeni kurumların ve teknolojilerin ortaya çıkmasını sağladı.

Diğer Antik Kültürler

ANTİK ÇİN

MÖ 4000-MS 1000 arasındaki dönemde Levant ve Avrupa'dan çok uzakta doğup yayılmış büyük bir uygarlık daha vardı. Sarı Irmak ve Yangtze nehir vadileri teknolojik açıdan oldukça ileri medeniyetlerden biri olan Çin'in doğuşuna ve olgunlaşmasına tanıklık etti. MÖ 2. binyıl gibi erken bir tarihte, Çinlilerin hayli gelişmiş bir yazı sistemi vardı.

***Elmas Sutra*'nın tahta kalıba basılmış bir versiyonu**

Dünyanın bilinen en eski basılı kaynağı olan *Elmas Sutra*, ayrı ayrı basılmış sayfalar ve kapağında akolit ve müritleriyle etrafı sarılı Buda'nın tasvirinden oluşur. (Çin; Tang Hanedanlığı/ MS 868; British Library; Londra)

MÖ 1. binyılda Çinliler, akupunktur adı verilen, kökeni Bronz Devri'nin ilk zamanlarına dayanan ve çeşitli hastalıklarda uygulanan bir tedavi yöntemi kullanmaya başladılar. Çin'de; Yunan ve Hint geleneklerinden tamamen bağımsız bir şekilde gelişen tıp kültürü, MÖ 1. binyılın sonlarına doğru sistematize edildi.

Diğer antik kültürler gibi Çinliler de astroloji ve astronomiyle yakından ilgiliydi. Zamanı takip edebilmek için gelişmiş güneş saatleri kullandılar; MÖ 1. binyılın başlarında, sayı saymak için abaküsü icat ettiler. İlk sistematik kuyrukluyıldız gözlemleri ve gezegenlerin konumlarına dair detaylı incelemeler bu dönemde yapıldı.

Çinliler askeri teknoloji alanında, daha Batı'da ortaya çıkmadan yüzyıllar önce birçok silah icat edip geliştirdiler. Qin Hanedanlığı MÖ 3. yüzyılda arbalet kullandı; bunların birçoğu Qin hükümdarının mezarındaki meşhur "terra-cotta askerler" ile birlikte gömüldü.

İnsanlık tarihini değiştiren barut, MS 4. yüzyılda bulundu. Daha önceki dönemlere ait metinlerde barut için kullanılana benzer kimyasallarla birtakım deneyler yapıldığının kanıtları vardır, ancak barut üretmek için güherçile (potasyum nitrat), kükürt ve odun kömürü kullanıldığının ilk kaydı MS 300'dedir. Barut; kâğıt, basım ve manyetik pusulayla birlikte Antik Çin'in "4 büyük icadından" biridir.

Daha erken dönemlerde papirüs Mısırlılar tarafından kullanılsa da Çinliler MS 100 dolaylarında selüloz kullanarak gerçek anlamda kâğıdı ürettiler. Bir bakan olan Cai Lun, dut ağacı kabuğu, eski paçavralar ve çeşitli elyaflardan

faydalanarak ilk kâğıdı yapmayı başardı. Birkaç yüzyıl içerisinde kâğıt yazı yazmak için oldukça yaygın bir araç haline geldi. MS 7. ve 8. yüzyılda kâğıt poşetler çay saklamak için ve tuvalet kâğıdı yerine kullanılmaya başladı. 8. yüzyılda kâğıt yapımı Orta Asya'ya, oradan da İslam ülkelerine kadar yayıldı.

Bir diğer önemli icat olan basım, MS 760'ta taş blokları dini kitaplar basmak için kullanan Japonlar tarafından icat edildi. Ancak 9. yüzyılda tahta basma sanatını geliştiren ve binyıl başında seramikten taşınabilir baskı aletleri yapanlar Çinlilerdi. Bu yöntemle yazı yazmak, Çincede birçok karakter bulunduğu için aslında pek pratik sayılmazdı. İlk basılı kitap *Elmas Sutra*'ydı. İlk sayfasında bir illüstrasyonun olduğu yedi parça kâğıdın art arda dizilerek meydana gelmesiyle oluşan beş metre uzunluğundaki metin, MS 868'de basıldı. Çinliler aynı zamanda MÖ 9. yüzyıl kadar erken bir dönemde kâğıt parayı icat ettiler.

Madencilik alanında, özellikle de demir işçiliğinde Çinliler diğer kültürlerden çok farklı bir yol izlediler. Diğer yerlerde demir madeni önce saflaştırılır, daha sonra da dövülerek işlenmiş demir elde edilirdi. Çinliler ise demir madeninden doğruca dökme demir elde ettiler, dökme demiri de kalıplara koyarak kolaylıkla şekil verdiler. Bunun nedeni, Çin'de birçok demir madeninin bulunması ve buradaki demirin erime sıcaklığının düşük olmasıydı, ayrıca fırında sabit bir sıcaklık sağlamak için geliştirdikleri bir çeşit körük pistonu sayesinde demiri eritmeleri kolaylaştı.

Çinliler MÖ 500'e gelindiğinde manyetizma hakkında pek çok şey biliyorlardı. Manyetiğin kuzey-güney doğrultusunda hizalandığının farkındaydılar ve mıknatıs yapabiliyorlardı. MS 1000 yılında Çin gemilerinin hemen hemen hepsinde yön bulmak için manyetik pusula kullanılıyordu. Çinlilerin icat ettikleri diğer şeyler arasında çıkarılabilir yelkenler, dümen, porselen, su kanalları, yollar ve hanlar da vardır.

Mohenco-daro'daki su kanalı

İndus Vadisi'ndeki Mohenco-daro ve Harappa, planlanmış yapıları ve gelişmiş drenaj sistemleriyle bilinir. Bütün yapılarda dayanıklılığı artırmak için fırınlanmış tuğlalar kullanılmıştır. (Harappa Uygarlığı, MÖ 2500-2000)

İNDUS VADİSİ

MÖ 3. binyılın ortalarında, İran Platosu'nun doğusundan başlayıp İndus Nehri boyunca uzanan büyük bir uygarlık kuruldu. MÖ 5000'ler, hatta daha öncesinde burada –bugünkü Belucistan sınırları içerisinde kalan Mehrgarh'da– yerleşik hayata geçmiş bazı topluluklar olsa da gelişkin bir kültüre sahip İndus Vadisi Uygarlığı MÖ 2600-2500 yılları arasında kuruldu.

20. yüzyılın başlarında kazılıp ortaya çıkarılan Harappa ve Mohenco-daro antik kentleri olağanüstü gelişmiş bir kent kültürüne işaret eder: büyük bir kalesi olan düzenli kentler, dikdörtgen planlı sokaklar ve gelişmiş sanitasyon sistemi

Üzerinde Maya yazıları olan yeşim taşı levha

Bilinen en eski Maya yazısı MÖ 250 yılına ait olsa da alfabe muhtemelen daha önce geliştirildi. Yüzlerce figür ve simgeden oluşan bu yazı oldukça karışıktı. Yazılar genellikle taşa oyulur ya da ahşap, seramik veya buradaki gibi yeşim taşı üzerine yazılırdı. (Meksika; MS 5. yüzyıl; Özel Koleksiyon)

olan evler. Birçok evin kendine ait kuyusu ve atık suyun sokakların altındaki kapalı borulara gittiği bir drenaj sistemine sahip tuvaleti vardı. Civarda fazla taşocağı olmadığı için taş kullanımı da pek yaygın değildi. Pişirilmiş ya da güneşte kurutulmuş tuğlalar belirli ebatlarda üretildi ve yüzyıllardır kullanılan bir standarda bağlandı.

Tarımyine insanların geçim kaynağıydı, yeni buğday ve arpa türleri yetiştirilmeye başlamıştı. Ayrıca hurma, susam, kavun ve bezelye de yetiştiriliyordu. Hardal ve kumaş yapımında kullanılmak üzere pamuk tarımı yapılıyor ve ihraç ediliyordu. Hint zebusu, koyun, keçi, deve, kümes hayvanları, kedi ve eşek ehlileştirilen hayvanlardan bazılarıydı.

İndus Vadisi kültürü büyük bir coğrafyaya yayıldı; yerleşimin homojenliği de bölge içi iletişimin yeterli olduğunu gösteriyordu. Mezopotamya'da bulunan İndus Vadisi kültürüne ait mühürler, iki bölge arasında sıkı bir ticari ilişki olduğunun en büyük kanıtıdır. Ortadoğu ile yapılan ticarette kara ya da deniz yolu kullanılıyordu ancak yön bulma konusunda ne kullandıklarına dair bir kanıt bulunamadığı için muhtemelen kıyıdan fazla uzaklaşmadılar.

İndus Vadisi insanları ağırlık ve uzunluk birimleri için bir sistem geliştirdiler. Günümüzde hâlâ çözülememiş yazılı bir dilleri de vardı. İlkel bir dişçiliğe, telli çalgılara ve çeşitli oyunlar için kullanılan oyuncaklara ait kalıntılar da bulunmaktadır. Ayrıca el becerileri olduğunu gösteren kanıtlara rastlanır: bakır ve bronz işlenerek yapılan iskarpelalar, baltalar ve heykelcikler. Kurşun, altın ve gümüş de kullanılan diğer malzemelerdi. Pamuğu işleyerek kumaş üretiyorlardı; kazılarda bulunan boya küpleri hayli gelişkin bir tekstil endüstrilerinin olduğunu gösteriyor. Boncuk yapımı ve çinicilik de hayli yaygındı. Bölgede hammaddesi bulunamayan birçok malzeme buradaki zanaatkârın elinde şekillendiğine göre oldukça geniş bir ticaret kültürleri vardı.

İndus Vadisi Uygarlığı, Orta Asya'dan gelen Aryan adı verilen göçebe akıncılar tarafından işgal edilip burada yeni bir uygarlık kurulana dek bin yıl boyunca varlığını sürdürdü.

ANTİK HİNDİSTAN

M.Ö. 1500'den MS 1000'e kadarki dönemde Hint yarımadasında sürekli bir yerleşim vardı ve astronomi, dilbilgisi, matematik, tıp ve diğer birçok alanda gelişmişti. Hindistan'ın klasik dönemi 3. ve 4. yüzyılda Maurya ve Gupta İmparatorluklarından oluşur; olağanüstü kültürel ve teknolojik başarıların yaşandığı bir dönemdir.

Hindistan'da astronomi ve astroloji alanlarında yapılmış birçok araştırma vardır. Evrenin ilk Güneş merkezli modeline ait referanslar MÖ 9. yüzyıla ait bir metinde bulunmuştur. 3. yüzyılda Hindu bilge Yajnavalkya, Güneş ve Ay'ın hareketlerini açıklayan bir model öne sürdü ve bir yılın süresini oldukça doğru bir şekilde hesapladı. Astronomi geleneği, Veda geleneğiyle olan bağı nedeniyle bundan sonra da devam etti.

MS 5. yüzyılda ünlü astronom ve matematikçi Aryabhata güneş sisteminin matematiksel bir açıklamasını yaptı ve Ay'dan gelen ışığın aslında Güneş'ten yansıdığını iddia etti, bu iddiasında haklıydı da. Ayrıca dünyanın yörüngesinin Ay'ın yörüngesine oranını da hesapladı.

Matematik, Hindu biliminsanlarının yeni kavramlarla katkıda bulunduğu bir alandı. Hindu matematikçilerin en önemli

katkılarının arasında ondalık sayı sistemi ve sıfırı sayabiliriz. Sayılar kuramında karekök, küpkök ve cebirsel işlemlere referanslar bulunur. Veda geleneğinde ateş sunakları olduğu için geometri bu dönemde çok önemli bir disiplindi. Farklı ebatlar ve şekillerde ateş sunaklarının inşa edilmesi ve belirlenen ölçüde tuğladan daha az ya da daha fazla kullanmamak, adağın başarılı olabilmesi için oldukça önemliydi. MÖ 7. ve 5. yüzyıllarda yazılmış bir kitap olan *Sulba Sutras*, sunakların inşasıyla ilgili hayli detaylı metotlar içerir; Pythagoras Teoremi'ne yapılan ilk referans da bu kitaptadır. Bunlar dışında Pascal üçgeni ve Fibonacci sayılarının da aralarında olduğu kombinasyonlara ilk kez Pingala'nın MÖ 3 ve 4. yüzyıllara ait işlerinde gönderme yapılmıştır.

Bu dönemde Hint sağlık sistemi de oldukça gelişmişti. Tıp bilimi olan Ayurveda, MÖ 9. yüzyılda uygulandı, ama MÖ 4. yüzyılda Charaka tarafından düzenlenmiştir. Ayurveda'nın ilaçlar kitabı bitkisel tedaviler ve mineraller üzerineydi ve tutarlı bir tıp teorisi vardı. Antik Hindistan'da ameliyat yapılıyordu (MÖ 7000'de Mehrgarh'da diş çekmeye yarayan aletlere ait kalıntılar bulunmuştur), bu alanda uygulanan tüm teknikler MÖ 6. yüzyılda Suşruta tarafından derlenmişti. Cerrahi üzerine olan kitabı, başta burun olmak üzere estetik ameliyatlar ve gözdeki kataraktın temizlenmesi gibi birçok ameliyat için gerekli prosedür ve aletlerin tasvirini kapsar.

Hintli zanaatkârlar, dünyanın diğer yerlerindeki meslektaşları gibi bakır, kalay ve demir gibi metallerle çalışma teknikleri geliştirdiler. MÖ 5. yüzyıl gibi erken bir tarihte bile demir, silah yapımında kullanılıyordu. Çelik yapmak için pota metodunun ilk kez MÖ 4. yüzyılda Güney Hindistan'da kullanıldığına inanılır. En bilinen çelik; ısıtılmış demir, kömür ve camın bir pota fırınında ısıtılmasıyla elde edilen pota çeliğiydi. Bu çelik, antik dünyada oldukça rağbet gördü, birçok yere ihraç edildi. Keskinliği ve sağlamlığıyla tüm dünyaya nam salmış Şam kılıcı için de bu çelik kullanılıyordu. Altın, gümüş ve cıva gibi değerli metallerin saflaştırılması ve çıkarılmasında da bu dönemde yenilikler yapıldı.

ANTİK AMERİKA UYGARLIKLARI

Bu dönemde Amerika'nın iç kısımlarındaki sisli, tropikal yağmur ormanlarında başka bir medeniyet kuruldu. MÖ 7000'de birçok bitki ehlileştirildi, MÖ 1500'e gelindiğindeyse mısır, bezelye, kabak ve pamuk yetiştiren, yerleşik tarım toplulukları vardı. Dağınık vaziyetteki birçok topluluk MÖ 1200-900 yılları arasında birleşip daha merkezi bir toplum haline geldi. Bölgenin merkezileşmesiyle birlikte Mayalar, Zapotekler ve Totonakolar gibi topluluklar ve bölgesel kültürler kurulmaya başladı.

Maya uygarlığı MS 9. yüzyıla kadar varlığını sürdürdü ancak en ihtişamlı dönemini MS 5. yüzyılda yaşadı. Mayalar bir yazı sistemi geliştirdiler; oldukça gelişkin bir takvimleri ve astronomi anlayışları vardı. Bir güneş yılının ne kadar sürdüğünü inanılmaz bir isabetlilikle bildiler ve Venüs'ün konumunu hesapladılar. Anlaşılmayan sebeplerle Venüs, Mayalar için Güneş'ten bile daha önemliydi. Ay'ın konumunu doğru bir şekilde gösteren tablolar yaptılar. Güneş tutulmalarını tahmin ettiler. Konumsal değeri olan sayılar ve sıfır sayısını kapsayan ileri bir matematik kültürleri vardı. Bu dönemden çok daha öncesinde sıfır sayısı Hindistan'da bilinse de Mayaların daha sonraki bir tarihte onlardan bağımsız olarak sıfır sayısını bulduğu kesindir.

Mayalar MS 5. yüzyılda incir ağacının iç

Maya takvimi

Mayalar tutarlı bir takvim oluşturmalarıyla bilinirler. Şekilde görüldüğü gibi Maya takvimi, bir diskin etrafında dizili tarihlerden oluşmaktadır. (Meksika; MS 590; Taş; National Museum of Anthropology; Meksika)

kısımlarından kâğıt yapıp el yazmalarında kullandılar; hatta bunlardan birkaçı İspanyol işgalinden de sağ çıkmayı başardı. El yazmaları; astronomik tablolar, hanedanlık tarihçeleri ve kentler arasındaki savaşları içeriyordu.

Amerikalılarda en ileri teknoloji kıtanın güney kısmındaydı. Günümüzde Peru ve Ekvador'un bulunduğu, Andlar ve Pasifik arasında kalan dar kara parçasında Andlar üzerinden akan birçok ırmak vardı. MÖ 1000'e gelindiğinde, bu ırmak vadilerinde yerleşik hayata geçmiş tarım toplulukları vardı. Bu bölgede yaşayan insanların başarıları arasında gelişmiş bir dokumacılık endüstrisi vardı; lama ve alpaka yünü kullanıyorlardı.

And Dağları'na yakın olmanın bir diğer avantajı da dağlarda bulunan metallerdi. Bölgede altın, gümüş, kalay ve bakır yatakları vardı. MÖ 7. ve 6. yüzyıllarda bölgede altın işçiliği kültürü yaygınlaşmıştı. Binyılın sonlarına doğru, Perulu zanaatkârlar altını eritip kalıplara döküyor, gümüş ve bakırla alaşımlar üretiyordu; bu esnada Ekvadorlu meslektaşları da altın ve platin alaşımı yapıyorlardı! MS ikinci binyılın ilk yüzyıllarında And bölgesi başka bir medeniyetin doğuşunu gördü: İnkalar.

ANTİK JAPONYA

Japonya'nın bilinen en eski kültürü MÖ 7500-250 yılları arasındaki Comon kültürüdür. Comon döneminin başlarında vazo benzeri, karmaşık tasarımlı kap ve çömlekler üretiliyordu. Bu dönemde iki çeşit konut tipi vardı: çukur tipi barınaklar ve kil ya da taştan yapılmış, çatılı evler. Bu erken dönemde dokumacılığa dair bir kanıt bulunmamakla beraber insanların ağaç kabuklarından kıyafet yaptıkları ve bu kıyafetleri deniz kabuğu, kil, taş, kemik ve boynuzlarla süsledikleri biliniyor. Tarıma henüz geçilmemiş olsa da bu dönemde yam ve kulkas bitkisi yetiştiriliyordu.

Comon döneminin sonlarına doğru – MÖ 3. yüzyıl civarlarında– Yayoi kültürü ortaya çıktı; bu kültürle beraber tarım, çömlekçilik ve teknoloji alanlarında önemli gelişmeler yaşandı. Yoyoi çömleği, Comon çömleğine nazaran çok daha yüksek derecelerde fırınlanıyor; elle şekil verilmek yerine çömlek tornasında yapılıyordu. İşlevsellik ön planda olduğu için Comon çömleğine göre daha az süslüydü. Japonya'da pirinç üretimi de bu dönemde başladı. Çeltik tarımı için kullanılan teknikler oldukça gelişmişti. Yayoi döneminde alet yapımında önce demir sonra bronz kullanıldı. Kıyafetler dokuma tezgâhlarında dokunuyordu; yerleşimler Comon dönemdekine oldukça benziyor, yalnızca ek olarak ufak bir tahıl deposu bulunuyordu.

Yayoi dönemini MS 250-550 yılları arasında yaşanan tümülüs dönemi takip etti ve bu dönemde Japonlar Budizm'le tanıştı. Tümülüs döneminden sonra reform dönemi, ondan sonra Nara ve son olarak MS 12. yüzyıla kadar süren Heian dönemi başladı.

DİĞER KÜLTÜRLER

Bu kültürlerin başarıları arkeolojik kazılarda ortaya çıkarılıp belgelendi, ama en az bu kültürler kadar belli alanda başarılı bir grup insan daha vardır. Bunların en önde gelenleri Orta Asya bozkırlarında yaşayan göçebelerdir. Bu insanlar atları ehlileştirdi, öküzler tarafından çekilen ilk yük arabasını icat ettiler. Bu yük arabası daha sonra insanlığın askeri tarihini değiştirecek at arabasının geliştirilmesini sağladı. Göçebelerin bir diğer önemli icadı da üzengiydi. MÖ 5. yüzyıl gibi erken bir tarihte bile Orta Asyalı göçebelerin üzengi kullandıklarına dair kanıtlar bulunmaktadır. Üzengi, ata binen kişinin silahını daha etkili kullanabilmesini sağlamakla birlikte ileride ortaya çıkacak süvarilerin askeri potansiyelini de artırdı.

Bunlara ek olarak Etrüskler, İbraniler, Fenikeliler, Persler ve Kuşiler gibi diğer antik kültürler de çeşitli buluşlarıyla dünya üzerinde bir iz bırakmayı başardılar.

Dotaku çanı

Japonya'daki bronz kültürü Yayoi ve tümülüs dönemleri arasında yaşanmakla beraber ufak bir alanla kısıtlı kalmıştır. Dotakular ince uzun, çan şeklinde ve üzerinde geometrik ve dantelvari işlemeler bulunan tunç objelerdir. (Japonya; MÖ 3. yüzyıl; Museum of Eastern Asia Art, Köln)

KLASİK DÖNEMİN ARDINDAN RÖNESANS'A

BİLİMSEL ARAŞTIRMA VE ALETLER (1000-1400)

Yeni binyıldan sonraki birkaç yüzyılda İslam dünyası ve Çin'de önemli teknolojik gelişmeler yaşandı. Aslında MS 8. yüzyıldan 13. yüzyıla kadarki döneme İslam'ın altın çağı denilir. Bu Çin için de geçerliydi. Düşünülenin aksine bu dönemde Avrupa'da da birçok değişim ve gelişme olmuştu.

İSLAM BİLİMİNİN ALTIN ÇAĞI

Bağdat (Hilafetin başkenti), İspanya ve Sicilya, İslam dünyasının bilim merkezleriydi. Bu merkezlerde çeşitli alanlar üzerine çalışıp bilime kayda değer katkılarda bulunan birçok biliminsanı vardı. Dönemin önemli âlimlerinden İbnü'l Heysem, diğer alanların yanı sıra astronomi, fizik ve anatomi üzerine çalışmalar yapmıştır. 11. yüzyılın başlarında yazdığı *Kitabü'l-Menazır*, optik üzerine ilk kapsamlı araştırmaydı, içinde birçok etkileyici keşif vardı. Görme olgusu üzerine bir teori ileri sürdü; mercek ve aynalarla çok sayıda deney yaptı. Kitabı

Aztek takvim taşı

İnsan kurban etmek Aztek kültürünün ayrılmaz parçalarından biriydi. 1487'de Büyük Tenochtitlán Piramidi'nin kutsanması için 80.000'den fazla insanın kurban edildiği aktarılmıştır. Yukarıdaki ise Büyük Piramit'teki takvim taşından bir detay. Ortasında Tonatiuh'un kurban kanı için ağlayan yüzü bulunuyor. Etrafı, dünyanın sonunu getireceğine inanılan depremi ve Aztek takvimindeki her bir günü temsil eden sembollerle çevrili. (Büyük Tenochtitlán Piramidi, Meksika; Klasik sonrası geç dönem; Ulusal Antropoloji Müzesi, México)

1000: Kızıl Erik, Kuzey Amerika'ya yelken açtı. Gazneli Mahmud Hindistan'ı fethetmeye başladı. Avrupa'da ilk su değirmenleri görüldü.

1010: İran'da İbn Sina, *el-Kanun fi't-Tıb* isimli hayli etkileyici tıp ansiklopedisini derledi.

1025: Güney Hindistanlı Çolalar, Güneydoğu Asya topraklarını fethettiler.

1054: Batı Roma Katolik Kilisesi ve Doğu Kilisesi arasındaki Büyük Bölünme.

1066: Hastings Çarpışması, Normanlar İngiltere'yi fethetti.

1085: VI. Alfonso, Toledo şehrine girdi.

1095: İlk Haçlı seferi.

1100: İnka İmparatorluğu kuruldu.

1120: Avrupa yeldeğirmeniyle tanıştı.

1160: Paris Üniversitesi, Notre Dame Katedrali Okulu'ndan ayrıldı.

1170: Oxford Üniversitesi kuruldu.

1171: Salaheddin Eyyubi, Mısır'a girdi ve Haçlı birliklerine meydan okudu.

1190: İslam dünyasında ve Çin'de manyetik pusula kullanıldı.

1204: Haçlı birlikleri Konstantinopolis'i tekrar ele geçirdi. Arap rakamları Avrupa'ya tanıtıldı ve Roma rakamlarının yerini aldı.

1206: Cengiz Han daha da güçlendi, Çin ve Avrupa arasındaki ticaret ve etkileşim arttı.

1215: Magna Carta imzalandı.

1250: Aztekler Meksika'nın orta kesimine göç ettiler. Çin'de ilk ateşli silah üretildi.

Asi Nehri'ndeki su çarkları (Hama, Suriye, Ortadoğu)

1258: Bağdat Moğollar'ın istilasına uğradı.

1271: Marco Polo Çin'e doğru yolculuğuna başladı.

1271: Çin'de Yuan Hanedanı'nın başlangıcı. Mekanik saatler icat edildi.

1315: Avrupa'daki Büyük Kıtlık milyonlarca insanın ölümüne sebep oldu.

1325: Azteklerin başkenti Tenochtitlán şehri kuruldu.

1337: İngilizler ve Fransızlar arasında Yüzyıl Savaşları başladı.

1347: Avrupa'da veba yüzünden çok sayıda insan hayatını kaybetti.

1368: Çin'de Yuan Hanedanı'nın son bulup Ming Hanedanı'nın başlaması.

Usturlab

Müslüman âlimler birçok astronomik tablo çizdi, farklı farklı aletler kullandılar. Bunlardan en önemlisi gökcisimlerinin yerini saptamaya yarayan usturlabdı. Bu alet ayrıca haritacılar ve denizciler tarafından da kullanılıyordu. Pirinç usturlab ilk olarak 8. yüzyılda Müslüman matematikçiler tarafından yapıldı. Usturlab Mekke'nin yerini bulmada ve gün batımı ve doğumunu göstererek namaz vakitlerini belirlemede faydalı oluyordu. Resimdeki, 14. yüzyıl İspanyası'na ait bir usturlab. Usturlablar Ortaçağ Avrupası'nda yıldız haritaları çıkarmak için kullanılıyordu. (İspanya; 14. yüzyıl; Ulusal Denizcilik Müzesi, Greenwich)

önemli kılan; kırılım yasası ve beyaz ışığın kırıldığında kendisini oluşturan renklere ayrılması gibi yüzyıllar sonra tekrar keşfedilecek birçok optik kanunuyla ilgili bilgiler içermesiydi. Astronomi alanında ise yerçekimini ve dönemin baskın Ptolemaios sisteminin eksikliklerini ortaya çıkarmıştır, gerçi bunu Hint astronomların çalışmalarını bilmesi tetiklemiş olabilir.

Astronomi

8. yüzyılda İran'da pirinçten yapılma usturlablar icat edildi. Usturlab, astronomlar tarafından Güneş, Ay ve yıldızların konumlarını belirlemek için kullanılan basit bir aletti. Yön bulma konusunda faydalıydı, haritacılıkta da yaygın olarak kullanılıyordu. İlk usturlab MÖ 1. yüzyılda Yunan astronom Hipparkhos tarafından yapıldı, sonraki dönemlerde de geliştirildi. Usturlab İslam dünyasında özellikle önemliydi, çünkü günlük ibadet zamanlarını belirlemek için yerel saatin bulunmasında kullanılıyordu. Müslümanların ibadet ederken yönelmeleri gereken Kâbe'nin yerini de usturlab gösteriyordu. Pirinç usturlab, isabetli ve kolay taşınır olması nedeniyle oldukça kullanışlıydı. Avrupalılar Endülüs sayesinde 11. yüzyılda usturlabla tanıştılar. 13. yüzyılda dünyada dişli mekanizmanın ilk örneklerinden biri olan mekanik ve takvimli bir usturlab Muhammed bin Ebu Bekir tarafından yapıldı. Bir sonraki yüzyılda ise küresel bir usturlab geliştirildi.

10 ve 11. yüzyıllarda tanınan bir âlim olan Ebu Reyhan Muhammed bin Ahmed El-Bîrûnî, astronomi alanında öncü gelişmelere imza attı. Birçok deney yaptıktan sonra Güneş ve Ay tutulmalarını detaylı bir biçimde açıkladı. Samanyolu Gökadası'nın tek bir obje değil de bir yıldız kümesi olduğunu tahmin etti. Dünya'nın yarıçapını şaşırtıcı bir isabetlilikle ölçtü, bugünkünden çok az farklı bir Dünya modeli yaptı. Düzlem küre, usturlab, astroloji ve farklı kültürler tarafından kullanılan takvimlerin karşılaştırmalı incelemesi gibi astronomik konular üzerine birçok tez yazdı.

Matematik

Bu dönemdeki matematikçiler Hintliler ve Yunanların matematik alanında kaydettikleri ilerlemenin farkındaydılar. En ünlüleri, rubaileriyle tanınan Ömer Hayyam'dı. Şair, astronom, matematikçi ve filozof olan Hayyam başarılı bir âlimdi. 11. yüzyılda Hintli matematikçilerin üçüncü dereceden denklemleri çözmek için geliştirdikleri metodu bir daire ve bir koni kesitinin kesişimiyle açıklayarak genelledi. Ayrıca binom açılımını buldu ve yüzyıllar önce Eukleides tarafından ileri sürülen geometri önermelerinin doğruluğunu teyit etti. O zamanlarda sayılar kuramı, geometri hatta kriptografi gibi matematiğin birçok alanında gelişme kaydediliyordu.

Bilim

İslam dünyasında simya ve kimya alanları da birçok yeniliğe şahit oldu. Tıp üzerine araştırmaları yüzyıllar boyunca kaynak olarak kullanılan İbn Sina, 11. yüzyılın başlarında buhar distilasyonu işlemini keşfetti. Bîrûnî ilk laboratuvar tüpünü ve özgül ağırlık şişesini yaptı. Müslüman biliminsanları

bu dönemde ilaç üretiminde kullanılan birçok madde ve bitkiyi araştırdılar, sınıflandırdılar ve imal ettiler.

Bu dönemde teknolojik açıdan da birçok gelişme yaşandı. Bu alandaki açık ara en önemli insan Cezeri'ydi. 12. yüzyılın sonu ve 13. yüzyılın başında yaşayan Cezeri, mühendislikte yaptığı bir dizi olağanüstü yenilik nedeniyle mühendisliğin atası olarak kabul ediliyordu. Otomatlar, dişli mekanizmalar ve su kaldıraçları Cezeri'nin icat ettiği aletlerden sadece birkaçıydı. Tüm bunların içinde en önemli icadı, pistonun doğrusal hareketini tekerleğin dönme hareketine dönüştüren krank milidir. Tek başına bu, birkaç yüzyıl sonra içten yanmalı motorların buhar ve benzin gücünü kullanabilmesini sağlayan teknolojinin bulunmasına imkân verdiği için, ulaşım alanında tekerlekten sonra en önemli icattır. Hidrolik aletlerin geliştirilmesini mümkün kılan piston kolunu da Cezeri icat etmiştir.

Cezeri, vanalı emme basma tulumba hakkında konuşan ilk kişidir; aslında su çarkıyla çalışan bir çift etkili silindirli pompa da üretmiştir. Mekanik parçalarla beraber su çarkları ve eksantrik miller kullanarak birçok otomat tasarlayıp yapmıştır. Suyla çalışan saat, şifreli kilit ve parçalı vitesin haricinde, suyla çalışan ve müzik aletleri çalan hareketli insan figürleri yapmıştır; bu da ilk insansı robot üretimi girişimi olarak kabul edilebilir.

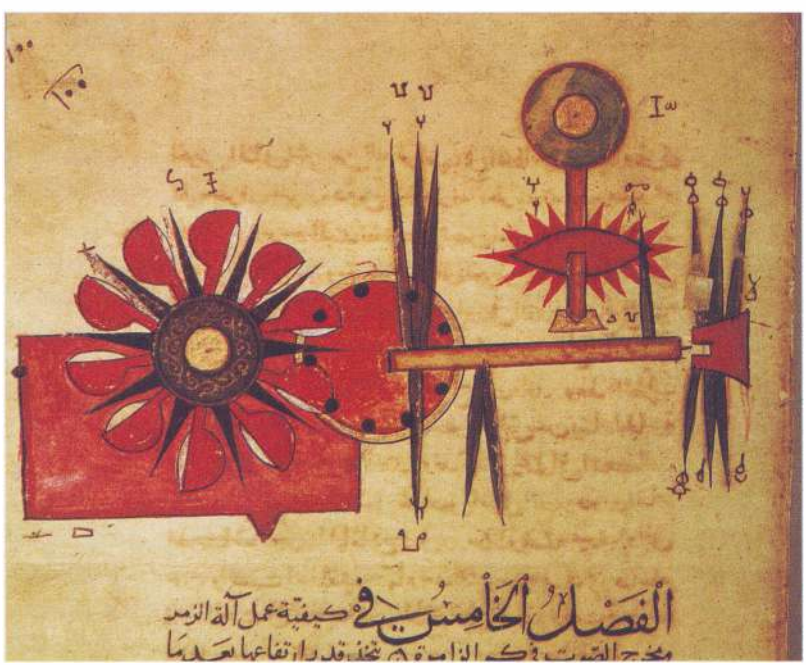
Bu dönemde tıp bilimi de oldukça ilerledi. Önceki yüzyıllarda ameliyat ve ilaç üzerine yapılan sayısız çalışmanın ardından bu dönemde insan bedenini anlamak ve iyileştirmek amacıyla gelişmeler yaşandı. 13. yüzyılın ortalarında İbn Nefis dolaşım sistemi ve akciğerlere dair ilk tanımlamayı getirdi; 14. yüzyılda da Mansur İbn İlyas sinir sistemini tanımladı. Bu dönemde ayrıca psikoloji ve zihnin insan bedeni üzerindeki etkisi üzerine de araştırmalar yapıldı.

İSLAM İMPARATORLUĞU'NUN ÇÖKÜŞÜ

İslam İmparatorluğu'nun sonunu farklı dönemlerde farklı nedenler getirdi. Avrupa'da Hıristiyanlığın güçlenmesi Endülüs'teki İslam İmparatorluğu'na ağır bir darbe vurdu, bunun sonucunda da Hıristiyanlar Córtoba'yı 1050 yılında geri aldılar. Şehre ilk girenlerin keşişler olması ve bu keşişlerin ilk iş olarak şehirde bulunan tüm Arapçaya çevrilmiş Yunan metinlerini

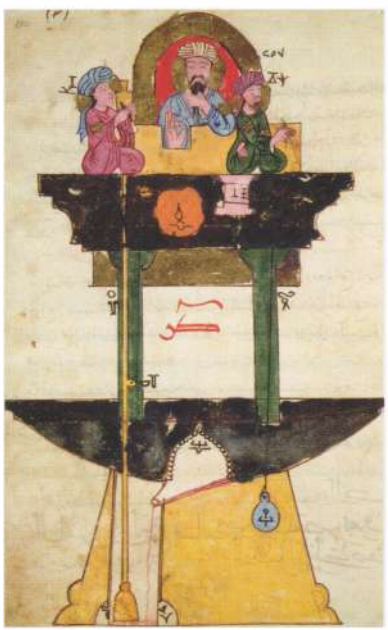
Dikey kepçeli çark

İslami dönemde önemli teknolojik ve bilimsel gelişmeler yaşandı. Müslüman âlimler Yunanca metinleri Arapçaya çevirmek dışında birçok teknolojik yeniliğin de altına imzalarını attılar. Cezeri, sayısız alanda faydalı icatlar yapan istisnai bir dehaydı. "Olağanüstü Mekanik Araçların Bilgisi Hakkında Kitap" isimli kitabı, elliden fazla mekanik aletin detaylı çizim ve açıklamalarını içeriyordu. Resimdeki, şarap doldurmaya yarayan bir dikey kepçeli çark minyatürüdür.



toplamaları, Avrupa tarihindeki önemli olaylardan biridir. Bunların içerisinde yalnızca çeviriler değil, Müslüman biliminsanlarının çalışmalarına ait orijinal metinler de vardı. Bu sayede Avrupalı âlimler, Roma ve Bizans dönemlerinden beri kayıp olan Antik Yunan biliminsanlarının mirasına erişme fırsatı buldular.

1206'da uygarlaşmış dünyanın sınırlarının yeniden çizilmesine sebep olacak çok önemli bir gelişme yaşandı. Cengiz Han isimli bir Moğol, Moğol İmparatorluğu'nu kurdu ve birkaç yıl içerisinde, Asya'nın kuzeydoğu ucundan Avrupa'ya uzanan, dünya üzerindeki bilinen en büyük imparatorluğun hükümdarı haline geldi.



Otomat figürlü su saati

Cezeri'nin, İslam'ın altın çağının birçok buluşunda imzası vardır. 1206'da "Mekanik Prosedürler Anlaşması"nda su saatinden bahsedilmiştir. Su ile çalışan bu alet farklı yüzyıllarda birçok değişikliğe uğramıştır. (Türkiye; 1206; Parşömen; Topkapı Sarayı Müzesi; İstanbul)

1258'de Bağdat Moğollar'ın istilasına uğradı ve bu süreç içinde yüzyıllar boyunca biliminsanları tarafından yapılan birçok çalışma yok edildi. Hilafet sona erdi, Moğol hâkimiyeti başladı, böylelikle İslam'ın altın çağı sona erdi. Müslüman âlimlerin bir sonraki rönesansı, birkaç yüzyıl sonra, bir zamanki Bizans toprakları üzerine kurulan Osmanlı İmparatorluğu ile birlikte başlayacaktı.

ÇİN TEKNOLOJİSİ

Yeni binyılla birlikte Çin'de de birçok değişim yaşandı. Kısa bir iç savaş döneminin ardından MS 960'ta Song Hanedanlığı kuruldu. Bu dönem yaşanan radikal teknolojik gelişmeler Çin tarihinde önemli bir yer tutar. Çin durağan bir döneme girerken hükümdarlar Konfüçyüsçü bürokrasi anlayışı üzerinden meritokrasi yönetimine geçtiler, işe alımlarda oldukça rekabetçi sınavlar düzenlemeye başladılar. Bu atmosfer, yeni fikir ve düşünce biçimlerine vesile oldu.

Ayrıca bu dönemde verimliliği artıracak gelişmiş aletlere geçilerek bir tarım devrimi yapıldı. Pamuk ve Kamboçya'dan ithal edilen farklı cins pirinçler tarımdaki yeniliklerden bazılarıydı.

Basım

MS 11. yüzyılda baskı için taşınabilir seramik kalıplar kullanılmaya başladı, MS 13. yüzyılda da ahşap kalıplar terk edilip tamamen seramik kalıplara geçildi. Seramik kalıbın taşınabilirliği ile kitap basımı arttı, böylelikle devlet memurluğu görevi için daha çok insan hazırlanma fırsatı buldu. Song Hanedanlığı kâğıt para bastı, para basımı için birkaç darphane kuruldu.

Denizcilik ve Ulaşım

Çinli biliminsanı Shen Gua, 11. yüzyılda manyetik pusulayı geliştirdi. Ayrıca manyetik kuzeyin aksine gerçek kuzeyin yönünü tayin edebilen ilk insandı, bu sayede pusulaların daha verimli kullanılmasını sağladı.

Afrika'yı ziyaret eden Çin gemilerinin kayıtları, Song Hanedanlığı döneminde gemi inşaatında önemli gelişmeler kaydedildiğini gösterir. Gemilerin gövde kısmında su geçirmez bölüm perdeleri tasarlandı, bir süredir kullanılan yandan çarklı gemiler geliştirildi. Savaş ve ticaret için kullanılan gemiler çok büyüktü –yüklü miktarda mühimmat ve yük taşımaya uygundu– ve yüzlerce denizciden oluşan mürettebatları vardı. Aynı zamanda neredeyse bir düzine yelkeni olan tipik Çin yelkenlileri de ebat olarak oldukça büyüktü, hasır şeklinde örülen bambularla yapılan bu yelkenliler çok hızlıydılar ve hareket kabiliyetleri yüksekti.

Askeri Teknoloji

Çinliler askeri teknoloji alanında barutun icadı dışında birçok gelişmeden de sorumludurlar. 10. yüzyıl kadar erken bir tarihte, kuzeyden gelen düşmanlarına karşı yanıcı maddelerle birlikte lav silahı kullandılar. 11. yüzyılda Song askerleri mancınık ile "bomba" fırlatıyorlardı.

İlk ateşli silah olarak bildiğimiz bambu tüpler; saçma kurşunu, kum ve taş atmak için kullanılıyordu. Daha sonraki bir tarihte, bambu tüplerin yerini dökme demir tüpler aldı. Toplar bronzdan ya da dökme demirden yapılıyor, içi barut dolu ağır kurşun gülleler fırlatıyordu. İlk tabancalar 1288'de Çin'de kullanıldı. Kara mayınları da ilk kez 13. yüzyılın sonlarında Song Hanedanlığı tarafından kullanıldı; bunu fitilleri ateşlemek için bubi tuzaklarını kullanarak başardılar. Çinliler aynı zamanda 13. yüzyılda ilk kez barut enerjisiyle çalışan roketler yaptılar.

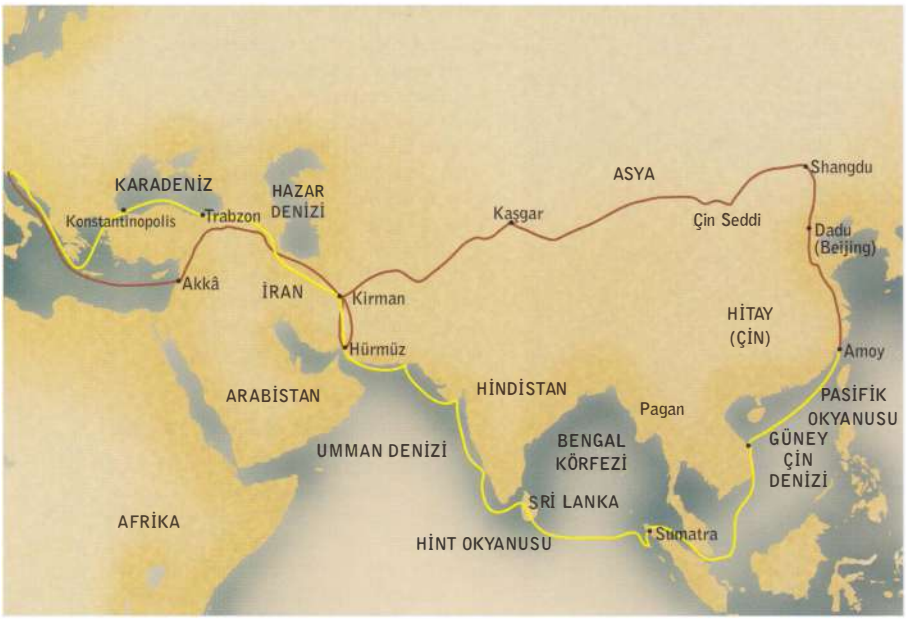
Çinli bir astronom

Çinli astronomlar ilk defa süpernova, kuyrukluyıldız gibi gökcisimlerini ve Güneş tutulmalarını gözlemleyip kayıt altına aldılar. Astronomi Çin'de isabetli takvimler yapabilmek için kullanılıyordu ve oldukça gelişmişti. Çinliler devamlı güncellenen bir ay-gün takvimi kullanıyorlardı. Gökyüzünü 28 bölgeye ayırmış, her biri için ayrıntılı yıldız haritaları çıkarmışlardı. Bu resim, Çinli bir astronomun aletleriyle beraber suluboya bir tasviridir. (Fransa; 17. yüzyıl; Bibliotheque Nationale, Paris)

Diğer İcatlar

Fırınlarda yüksek dereceleri yakalayabilmek, böylelikle bronz ve demiri eritebilmek için büyük körüklere ihtiyaç duyan Çinliler, rüzgâr gücünü kullandılar. Bu dönemde büyük ihtimalle Perslerden gördükleri yeldeğirmenini kullanmaya başladılar.

Yeni binyılın ilk yüzyıllarında madencilik alanında da önemli gelişmeler yaşandı. Demirden çelik elde etmek için yeni yöntemler geliştirildi; demire kısmi dekarbonizasyon uygulandı ve tekrarlı bir demir dövme aleti geliştirildi. Aslında demir çelik üretimi o dönemde yakıt olarak kullanılan ormanlar için ciddi bir tehdit haline geldi. Daha sonra 11. yüzyılda kömür yerine kok kömürü kullanılmaya başlanınca bu durum



Marco Polo'nun Çin rotası

13. yüzyılda gençliğinde babası ve amcasıyla birlikte antik bir ticaret yolu olan İpek Yolu'na giden genç Venedikli Marco Polo, Çin'in başkentini ziyaret eden ilk Avrupalı oldu. Çin'in Moğol hükümdarı Kubilay Han, Marco Polo'yu sarayında görevlendirdi; Marco Polo da sonraki on yedi yıl boyunca Kubilay Han'ın hükmettiği topraklarda seyahat ederek görevlerini yerine getirdi. Deniz yoluyla Venedik'e döndükten sonra deneyimlerini anlattığı bir kitap yazdı ve bu kitap 14. yüzyıl boyunca Orta Krallık'ta önemli bir bilgi kaynağı haline geldi.

değişti. Demirden; silah, yemek aletleri ve makine yapımında faydalanıldı.

1088'de, Kaifeng şehrinde âlim Su Song ilk hidrolik astronomik saat kulesini yaptı. İnsanlar yüzyıllardır zamanı bir şekilde ölçüyorlardı; önce gece gündüz döngüsünün doğal ritmini ve mevsimlerin uzun döngüsünü kullandılar, daha sonra su ve kum gibi materyallerin akışıyla ölçtüler. Su Song'un saati, zincir dişlisinin ilk defa kullanılması açısından değerliydi. Zamanı ölçmeye yarayan her türlü alet ve saatin üç parçası olması gerekir: güç kaynağı (su ya da düşen ağırlıklar olabilir, hatta ilerleyen zamanlarda yay bile kullanılmıştır), enerjinin yavaşça salınmasını sağlayan bir saat maşası düzeneği ve hızı kontrol eden bir dizi dişli çark. Su Song'un su ile çalışan saat kulesi, içinde saat maşası bulunan ilk saatti.

Çinli mühendislerin mekanik becerileri bu döneme damgasını vurdu. 11. yüzyılda, bir at arabası ya da tekerlekli herhangi bir aracın ne kadar mil yol aldığını ölçmeye yaran ilk odometreyi yaptılar. Bu acayip aletin farklı diş sayısına sahip çarkların birbirine kenetlendiği bir sistemi vardı. Modern anlamda ilk aks dişlisi de bu dönemde üretilmiştir. Aks dişlileri farklı hızlarda dönen çarkları düzene sokmak için kullanılıyordu. Bu sistem en çok güneyi gösteren at arabalarında duruşu sabitlemeye yarayan dişlilerle birlikte kullanılıyordu. Karmaşık bir dişli mekanizması olan bu at arabasının üzerindeki figür daima aynı yönü gösteriyordu, böylece at arabası manyetik olmayan bir pusula işlevi görüyordu.

Avrupa ile alışveriş

Moğollar 1271'de Song Hanedanlığı'nı yenerek yerine Yuan Hanedanlığı'nı kurdular. Büyük Moğol İmparatoru Kubilay Han, Yuan Hanedanlığı'nı kuran kişiydi; hanedanlığın başkenti de o dönemde yeni kurulan Beijing şehriydi. Kubilay Han döneminde Venedikli kâşif Marco Polo Çin'e gelip sarayında birkaç yıl kaldı. Marco Polo, Çin'deki inanılmaz teknolojik gelişmenin Avrupa tarafından fark edilmesini sağlayan insandı.

Erken dönem Moğol yönetimi, hükümdarların İpek Yolu üzerinden ticaret yapmayı teşvik etmeleri ve böylece Batı ile etkileşime geçilmesi açısından oldukça önemlidir. Bu dönemden sonra Batı, porselen ve baskı teknikleri gibi birçok Çin icadıyla tanıştı. Çin'in Avrupa'dan en fazla ithal ettiği şey süpürge darısıydı. 1368'e kadar süren Yuan Hanedanlığı'nda önemli bir gelişme yaşanmadı.

MEZO-AMERİKA UYGARLIKLARININ DOĞUŞU

Yeni binyılın ilk yüzyıllarında Amerika kıtalarında eski uygarlıklar yıkıldı, yerine iki büyük güç doğdu. MS 8. ve 9. yüzyıllarda altın çağını yaşayan Maya uygarlığı artık çöküşe geçmişti. Mezo-Amerika bölgesinde çeşitli imparatorluklar vardı ama teknoloji görece zayıftı. Demir hâlâ yalnızca silah ve süs yapımında kullanıldığı için gündelik araç gereçler taştan yapılıyordu.

Taş ve ahşap aletler kullanılmasına karşın tarım oldukça verimliydi. Tarımı yapılan bitkilerin başını pirinç ve darı çekse de protein açısından besleyici olduğu için bezelye ve onun yanında kabak, biber, domates, manyok, pamuk ve tütün gibi çeşitli bitkiler de yetiştiriliyordu. Tarımsal verimliliğin bu denli fazla olmasının nedeni, ormanlık arazilerde ağaçları kesip sonra bölgeyi ateşe verdikten sonra birkaç sene nadasa bırakarak araziyi tarıma elverişli hale getirebilmeleriydi. Eğimli arazilerde teraslama yapılıyor, sulama sistemleri kullanılıyordu.

Tüm bu kültürün en çok göze çarpan özelliği koşum ve çeki hayvanlarının bulunmaması nedeniyle insan gücüne dayalı üretim yapılmasıydı. Piramitler, tören alanları ve diğer yapılar bu dönemde yalnızca insan gücüyle inşa edildi. Malzeme seçimleri taştı; metalin altın ve bakırla işlenmesi yaygındı.

Aztek Uygarlığı

Maya kültürünün düşüşe geçmesiyle birlikte 13. yüzyılda günümüzün Meksika topraklarında Aztek Uygarlığı doğdu. Aztekler, imparatorluklarının dağlık arazilerini ekip biçebilmek için oldukça yenilikçi tarım teknikleri geliştirdiler. Eğimli arazilerdeki toprak kaymalarını, toprak ve taştan yapılan teraslamalarla kontrol altına aldılar. Aztekler ayrıca bataklık ıslahı yaptılar ve tarım için gölleri kullandılar. Görece büyük göller; yaratıcı drenaj kanalları, bent kapakları ve setler kullanılarak tarım arazilerine dönüştürüldü.

Azteklerin kullandığı teknoloji Mayalarınkine göre üstün olmasa da 1325'te Meksika'da büyük bir şehir olan başkentleri Tenochtitlán'ı kurdular. Bu şehir bir gölün tam ortasında konumlanmıştı ve Ana Tapınak, Büyük Piramit ve birçok meşhur saray gibi önemli mimari yapıları vardı. İspanyol işgalcilerin 16. yüzyılda bu şehri kuşatması Aztek Uygarlığı'nın sonunu getirdi.

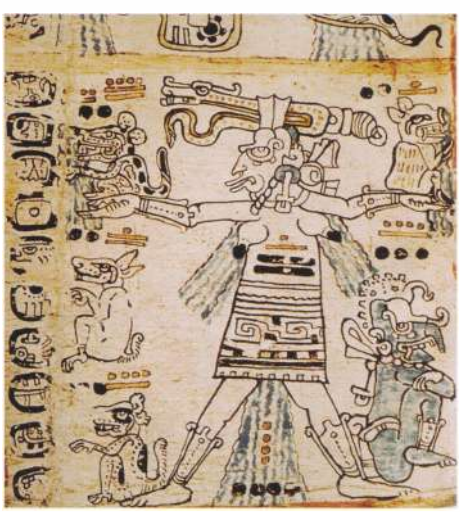
İnka Uygarlığı

13. yüzyılda Amerika'nın güneyinde İnkalar büyük bir imparatorluk kurdular. And Dağları'ndan başlayan İnka İmparatorluğu günümüzdeki Ekvador, Bolivya, Arjantin, Peru ve Şili'ye kadar yayıldı. And Dağları'ndan kıyı çöllerine uzanan bu değişik doğal ortam, And Dağları'ndan Pasifik'e dökülen çokça ırmağı barındırması gibi birtakım eşsiz özelliği sebebiyle tarım için kullanıldı. Yumru köklü birçok bitki çeşidi, çok yüksek rakımlarda bile buradaki toprakların birkaç sezon nadasa bırakılıp topraktaki minerallerin yerine tekrar gelmesi sağlandığı için yetiştirilebildi. Ayrıca And otlaklarında lama ve alpaka yetiştiren birçok çoban da vardı.

Gece gündüz arasındaki olağanüstü sıcaklık farkı, yumru köklü bitkiler ve eti saklamak için akıllıca kullanıldı.

Madrid Kodeksi

Maya takvimi, diğer tüm Mezo-Amerika takvimleri gibi 260 günden oluşuyordu. Bu takvimin diğer versiyonları daha uzun döngüleri ölçmek için kullanılıyordu. Bunlardan en ilginci 584 günden oluşan ve Venüs'ün kavuşum ve görünümlerini kayıt altına alan Venüs takvimidir. Maya ritüelleri ve törenleri bu takvime göre belirlenen uğurlu günlerde yapılıyordu. Burada, günümüze kadar gelebilmiş dört kodeksten biri olan Madrid Kodeksi'nden bir detay gösterilmektedir. Kodeks tamamen kehanet ve kerametleri bilmeye yarayan ve 260 güne karşılık gelen bir almanaktan oluşmaktadır. (Meksika; 13. yüzyıl; İncir ağacı kabuğundan yapılma kâğıt; Amerika Müzesi; Madrid)



İnka mimarisi

15. yüzyılın ortalarında en iyi dönenimi yaşayan İnka İmparatorluğu, zarif taş yapılarıyla bilinir. Taş işçiliği o kadar incelikliydi ki taşlar hiçbir bağlayıcı ara malzeme kullanılmaksızın birbirini tutuyordu. Fotoğrafta görülen Cuzco'nun sokak görüntüsü, orijinal İnka taş sanatını göstermektedir. İnkalar tarafından 1450'de inşa edilen, Cuzco'dan 80 km uzaklıkta ve neredeyse 2.438 metre yükseklikte bir dağın sırtında bulunan Machu Picchu'da da buna benzer örnekler bulmak mümkün. Şehir, İspanyol istilasından sonra terk edildi, 1911 yılında Harry Bingham tarafından yeniden keşfedildi.

Nehirlere kanallar açıldı, eğimli araziler teraslandırıldı, vadi toprakları tarımsal verimliliği artırmak için etkili bir biçimde değerlendirildi.

And bölgesinin en eski geleneklerinden biri olan dokumacılık, bu dönemde zirve noktasına ulaştı. Zarif tasarımlı, renklendirilmiş ve dokunmuş kıyafetler cenaze ve adak törenlerinde kullanılıyordu. Tekstil sektörü İnka uygarlığında oldukça rağbet gördüğü için dokumacılık alanında ustalaşmış kadın kıyafet dokumacıları dahi vardı.

Geniş bir coğrafyaya yayılmış olan İnkaların gelişmiş bir iletişim sistemleri vardı. Uzun mesafeler arası yiyeceğin taşınabilmesi ve ambarlara depolanabilmesi için yolların yapılmasına fazlasıyla önem verdiler. Yazı sistemleri olmasa da oldukça yenilikçi bir kayıt tutma sistemleri vardı. Quipu adı verilen ve düğümlenmiş iplerden oluşan bir alet, verileri işlemek için kullanılıyordu. Bu veriler tarihi, evcil hayvan ve kumaş sayılarını hatta ithal edilen tavuk sayısını tutmaya yarıyordu!

Geniş yol ağı İnka İmparatorluğu'nun belkemiğiydi. 24.000 kilometreden uzun bir yol ağı, içinde üstgeçitleri dahi bulunan bir altyapı sistemiyle tüm impartorluktan geçiyordu. Asma köprüler de başka bir İnka icadıydı. Dokuma halatların taşıdığı bu köprüler o kadar sağlamdı ki günümüze ulaşanları bile vardır. Tekerlekli taşımacılığın eksikliği nedeniyle köprüler büyük önem arz ediyordu.

İnka mimarisi taşa dayanıyordu. Başkent Cuzco'nun ihtişamı ve Machu Picchu'nun kalıntıları İnka taş işçiliğinin görüldüğü en güzel örneklerdir. 1911'de tekrar keşfedilen Machu Picchu, gri granitten kesilmiş taşlarıyla adeta bir mimarlık harikasıdır. Taşlar hiçbir harç ya da yapıştırıcı olmadan birbirini tutacak şekilde kesilmiştir.

Bronz aletler ve silahlar bu dönemde oldukça fazla kullanıldı. İnkalar ayrıca

Quipu

Quipu birbiriyle uyumlu düğümlerden oluşan ve İnkalar tarafından kayıt tutmak için kullanılan bir aletti. Bu sıra dışı alet, tarımsal üretimin ve yönetimsel veri ve tarihlerin kayıt altında tutulmasında kullanılıyordu. Örnekte görüldüğü gibi quipu, ahşap bir çerçeve içine oturtulmuştur. (Peru; 1430-1532; Museum fur Volkerkunde; Berlin)

yorgunluğu alması için (özellikle imparatorluk içinde haber taşıyan ulaklar arasında) kakao yaprağı kullanıyordu. İnkaların kafatası içindeki baskıyı alabilmek için çeşitli ameliyatlar yaptıklarına dair de kanıtlar bulunmaktadır.

16. yüzyılda Avrupa'dan bu bölgeye yayılan difteri ve çiçek gibi bulaşıcı hastalıklar sebebiyle İnka nüfusunda büyük ölçekli bir azalma oldu. 1531 yılındaki İspanyol istilası, imparatorluğun sonunu getirdi.

AVRUPA'DAKİ GELİŞMELER

Yeni binyılla birlikte Avrupa'da da birçok değişim yaşandı. Roma İmparatorluğu'nun çöküşünden sonra küçük imparatorlukların baş göstermesiyle bir kaos dönemi yaşayan Doğu Avrupa, 8. yüzyılda Charlemagne kontrolü altında bir birleşme dönemine girdi. Ancak bu fazla uzun sürmedi; Avrupa sonraki iki yüzyıl boyunca yeniden kuzeyden ve Atlantik'ten gelen tehditlerle karşı karşıya kaldı.

Öte yandan 11. ve 13. yüzyıllar arasında Avrupa tekrar bir dirilme yaşadı. Kuzeyin işgalleri sona erdi, güneyde özellikle Castellón bölgesinden yeni bir güç birliği doğdu. Bu dönemde tarımda verimliliğin artmasıyla beraber nüfusta da önemli bir artış görüldü.

Bu dönemde tarımda önemli değişiklikler yapıldı. Öncelikle, ürün rotasyonu yöntemi yaygınlaştı ve verim artırıldı. Charlemagne döneminde benimsenen açık arazi yöntemi sayesinde çiftçiler, çeki hayvanları da dahil olmak üzere saban sürmek için kullandıkları her şeyi bir yere toplamaya başladılar. Sabanlar da değişti. Çinlilerin tasarımından esinlenilmiş, saban demiri bulunan tekerlekli sabanlar kullanılmaya başladı. Bu şekilde çiftçiler toprağı daha etkin sürdüler, ekinler için de daha iyi bir toprak ortaya çıktı.

Çeki hayvanlarında kullanılan eski koşum takımları yerine, hayvanların daha rahat nefes alabilmesini ve çekme gücünden daha iyi faydalanılmasını sağlayan hamut, Çinliler tarafından icat edilmişti. Atların daha ağır işlerde çalışabilmesinin önünü açan bu icat hem tarım hem de ulaşım açısından oldukça önemliydi.

Tarım aletleri de bazı değişikliklere uğradı, daha elverişli bir tasarıma kavuştular. Örneğin yeni balta tasarımlarıyla ağaç kesmek kolaylaştı. Su çarkları tarım arazilerinin sulanmasında kullanılırken yeldeğirmenlerinde tahıl

Tekerlekli sabanı anlatan bir tasvir

Tekerlekli saban 10. yüzyılda tarımsal verimliliğin artmasını sağlayan bir icattı. Önceden sabanlar toprağın yüzeyini zar zor sürebiliyordu ancak tekerlekli sabanın altında toprağı kazan ağır bir bıçak vardı, böylelikle ekim için daha elverişli bir toprak elde ediliyordu. Chretien Legouais'in *The Man Obliged to Work for a Living* [Hayatını Çalışarak Kazanmak Zorunda Olan Adam] isimli eserinin detayında, ilk tekerlekli saban örneklerinden biri görülebilir. (Fransa; Ortaçağ; Parşömen; Bibliotheque Municipale, Rouen)

öğütülüyordu. Kuzey Avrupa'nın bazı bölgeleri, bataklıklardan arındırılarak tarım yapılmak üzere geri kazanıldı. Bu yeni tarım alanlarına Almanlar, Hollandalılar ve Fransızlar yerleşti.

Endülüs'teki İslam kültürü besi hayvanlarında olduğu kadar yeni ekin çeşitlerinde de etkisini gösterdi. Turunçgil, şeker kamışı, pirinç ve pamuk ekilip biçilmeye başladı; bu sayede Venedik ve Almanya'da pamuk ve tekstil imalat merkezleri oluştu. Ayrıca Morolar yeni bir koyun türü olan merinosu İspanya'ya getirdiler, böylece İspanya'da işlenen yün Avrupa'da değerli bir emtia haline geldi.

Nüfusun artmasıyla birlikte Avrupa'da Venedik, Paris ve Cenova gibi yeni şehir merkezleri kurulmaya başladı. Kuzey Avrupa ve Baltık kıyılarında ticaret merkezleri gelişti. Ticaret ve endüstrinin gelişiminde oldukça önemli bir rol oynayan esnaf ve zanaatkâr loncaları kuruldu.

Haçlı seferlerinin etkisi

11. yüzyılın sonlarında başlayıp 13. yüzyılın sonlarına kadar süren Haçlı seferlerinin Avrupa'nın icatlar tarihine çok büyük bir etkisi olmuştur. Bunlar, Kudüs'ü Müslümanlardan alıp "özgürleştirmek" amacı güden kilisenin yaptırımıyla başlayan "Kutsal Savaşlar"dır. Haçlı ordusundaki askerler genelde daha önce işgalcilere karşı savaşmış ve işgalci tehditinin büyük oranda azalmasıyla beraber savaşmaya hazır halde bekleyen askerlerdi. Birinci Haçlı Seferi Bizans İmparatorluğu'nu Müslümanlardan korumak için başlatılmış, daha öncesinde ise Hıristiyan askerler Córtoba'nın kontrolünü Moroların elinden almışlardı.

Haçlı seferlerinin Avrupa üzerindeki etkisi büyüktü. Bu savaşlarla birlikte papanın gücü ve etkisi hayli arttı ancak en önemlisi, Haçlı seferleriyle birlikte İslami bilgi ve kültür birikimi emsali olmayan bir ölçekte Batı'ya aktarıldı.

İslam dünyası Çin ve Hindistan uygarlıklarıyla etkileşim halindeydi, onların teknolojilerini öğrenmişti. Müslüman biliminsanları Yunan filozofların metinlerini Arapçaya çevirdiği için bunlar ve birkaç Çince ve Hintçe metin de artık Avrupalıların eline geçmişti.

Ayrıca İslam mimarisinin etkisi de sonraki birkaç yüzyılda Avrupa'da hissedildi. Askeri teknoloji alanında da Avrupalılar İslam dünyasından pek çok şey öğrendiler. Ahşap kaleler yerini kâgir yapılara bıraktı; daha iyi kuşatma taktikleri öğrenildi. Avrupa'da barut ve topun kullanılmaya başlaması da ilerleyen yıllarda çok önemli bir etki yaratacaktı.

Haçlı seferlerinden sonra Hintli matematikçilerin bulduğu ondalık sayı sistemi ve cebir, Avrupa'ya tanıtıldı. Tıp

alanında ise Antik Yunan, İslam, Hint ve Çin kültürlerinin kullandığı her türlü yöntem artık Avrupalılar tarafından da kullanılmaya başladı.

13. yüzyılda muhtemelen Hintlilerden öğrendikleri çıkrığın kullanılmasıyla birlikte iplik ve tekstil imalatında ilerleme kaydedildi. Avrupalılar pusulayı da İslam dünyasından öğrendiler, onlar da Çinlilerden öğrenmişti. Pusula, usturlab ve sekstantın kullanılmaya başlaması ilerleyen yüzyıllarda Avrupalı denizci ve tüccarların dünyanın diğer ucunda kolonileşebilmesinin önünü açtı.

14. yüzyılda Avrupa'da ağırlıkla çalışan ve devirsel hareketli bir saat maşası mekanizması bulunan ilk mekanik saat icat edildi. Saat maşası bundan çok daha önce icat edilmiş olsa da daha önce saat yapımında hiç kullanılmamıştı. İlk kez büyük İtalyan şehirlerinin kulelerinde ortaya çıkan bu mekanik saatlerin yelkovanı yoktu, yalnızca çeyrek saat dilimlerini gösteriyordu. Bu saatler bin yılı aşkın süredir kullanılan su saatlerinin yerini aldı.

Yunan felsefesinin Avrupa'da öğrenilmesi, 1100-1500 yılları arasında Yunan felsefesi ile Hıristiyan teolojisini harmanlayan skolastik düşüncenin evrilmesine sebep oldu.

13. yüzyılda yaşamış bir Fransisken keşişi olan Roger Bacon, ampirizmin büyük savunucularından biriydi; gözlem ve deneye dayalı bilimsel metodun kurucusu olarak bilinir. Ünlü kitabı *Opus Maius* –tüm bilim dallarıyla ilgili bir ansiklopedi– optik olaylara açıklamalar getirir, barut yapımından bahseder, gökcisimlerinin hareketlerini tartışır ve mikroskop, teleskop, gözlük, uçan makineler, hidrolik ve buharlı gemiler gibi, daha sonraki dönemlere ait icatlar hakkında tahminler içerir. Bacon'ın ayrıca görüşü geliştirebilmek için büyüteçli merceklerin kullanımını desteklediği de söylenir. Bu metot muhtemelen 10. yüzyıl kadar erken bir tarihte Çin'de kullanılıyordu. Birkaç yıl içinde Avrupa'nın elit tabakasının büyük çoğunluğu gözlük kullanacaktı.

Romalı Katolik bir rahip olan Aquino'lu Tommaso, din ile Aristotelesçi düşünceyi bir araya getirmeye çalışan bir başka önemli teologdu. Duyum ve entelektüel düşünce üzerine, Aristoteles'in fikirlerini temel alan teorilerini savundu.

Skolastiklerin 13. ve 14. yüzyıl Avrupası'nın entelektüel aydınlanmasında önemli etkileri oldu. Öğrenme, bilimsel metot kullanımı gibi konuların geliştirilmesi ve en önemlisi öğrenme ve araştırma merkezleri olan üniversitelerin kurulması büyük ölçüde onların sayesindeydi.

Bu dönemde kurulan üniversiteler Avrupa'da bilginin geliştirilmesi ve sonraki yüzyıllarda bilimsel ve teknolojik yeniliklerin gerçekleşmesinde merkezi bir rol üstleniyordu.

Mekanik bir saat

14. yüzyılda sarkaç ve sekteli rakkas dişlileriyle çalışan mekanik saatler su saatlerinin yerini aldı. Üç yüz yılı aşkın süre boyunca saatlerde saat maşası kullanıldı. Fotoğraftaki Leonardo da Vinci'nin tasarladığı mekanik bir saatin rekonstrüksiyonudur. (İtalya; Museo Ideale di Leonardo da Vinci, Vinci)

Roger Bacon

13. yüzyılda yaşamış olan Fransisken keşiş Roger Bacon, Batı'da deneysel metodun ilk savunucularındandı. Bir filozof ve biliminsanı olan Bacon diğer disiplinlerin yanı sıra astronomi, simya ve matematik gibi alanlarda da çalışmalar yaptı. Bir eserinde barut yapım sürecini detaylı bir biçimde anlattı.

Öğrenme Merkezleri Olarak Üniversiteler

11. yüzyılı takip eden birkaç yüzyıl boyunca Avrupa'da bilgi üretimi anlamında bir durgunluk yaşandı. Roma İmparatorluğu'nun çöküşünden sonra kurulan küçük krallıklar birbirleriyle sürekli savaş halinde olduğu için öğrenme ve araştırmaya uygun bir ortam yoktu. Entelektüel anlamda pek üretken olunmayan bu dönemde Avrupa'da giderek gücü artan ve öne çıkan bir kurum vardı: Kilise.

Avrupa'daki entelektüel gelenek kilise aracılığıyla manastırlarda diri tutuldu. Manastırların kitleler üzerinde etkin konumundan faydalanmak isteyen soylular manastırlara geniş arazi parçaları bağışlamayı bir gelenek haline getirdi ve böylece ilerleyen yüzyıllarda manastırlar elinde büyük bir güç bulunduran varlıklı kurumlar haline geldiler. Bağışlanan araziler sayesinde manastırlarda yaşayan rahip ve rahibelere düzenli gelir sağlandı, böylece onlar da bilgi arayışlarına –teolojik veya felsefi– odaklanabildiler. Böylece manastırlar oldukça önemli öğrenme merkezlerine dönüştüler.

Manastırların en önemli işlevlerinden biri de el yazmalarını çoğaltıp arşivlemekti, böylece çok nadir bulunan metinler bile korunuyor ve zamanı geldiğinde metinlere erişim sağlanabiliyordu. Ayrıca, o dönemlerde tıp ayrı bir meslek dalı olarak görülmediği için bazı manastırlarda faydalı eczaneler vardı. Bu eczanelerde çalışan rahipler botanik bahçeleri kurdular ve birçok bitkiyle deneyler yaptılar. Şarap Hıristiyan kültüründe önemli bir yer tuttuğu için manastırlarda şarap yapımı ve üzüm yetiştiriciliği üzerine deneyler yapıldı ve bu deneyler sonucu şampanya ve Benedikten likörü gibi farklı içki çeşitleri keşfedildi.

11. yüzyılda dış dünyaya kapalı eğitim yerine herkesin erişebileceği bir eğitim sisteminin benimsenmesi gerektiğini düşünen Fransiskenler gibi pek çok akımın ortaya çıkmasıyla manastırlardaki bu düzen hızla değişmeye başladı. Bu değişimle beraber gücü azalan manastırlar yine de Avrupa'da bilginin üretilmeye devam edildiği önemli bir merkez olma özelliğini sürdürdü; manastır hayatı sonraki yüzyıllarda yaşayan birçok filozof ve düşünüre ilham

Eski Sorbonne'daki Béne'li Amaury

Paris Üniversitesi (Robert de Sorbon'un 1257'de kurduğu yüksek öğrenim enstitüsünün ardından *La Sorbonne* olarak da anılmaya başladı) 12. yüzyılın ikinci yarısında kuruldu. 1970'te on üç özerk üniversiteden oluşacak şekilde yeniden düzenlendi. Béne'li Amaury 12. yüzyılın sonlarına doğru La Sorbonne'da teoloji ve felsefe dersleri verdi. 1204'te Paris Üniversitesi, Béne'li Amaury'nin doktrinlerinin inanca uygun olmadığına karar verdi. (Fransa; *Grandes Chroniques de France*, Bibliotheque Nationale, Paris)

Nalanda Üniversitesi'nin yıkıntıları

En eski öğrenme kurumlarından biri, Hindistan'ın doğusundaki Patna şehrine 100 km uzaklıkta bulunan Budist Nalanda Üniversitesi'ydi. Burada daha önce eğitim veriliyor olsa da üniversite 5. yüzyılda kuruldu. Nalanda Üniversitesi, yurtlarda yaşayan on bini aşkın öğrencisiyle çok büyük bir kampuse sahipti. Çinli gezgin Xuan Zang üniversitenin işleyişine dair detaylı notlar bırakmıştır. Üniversite Müslüman akıncılar tarafından 1193'te yok edildi.

kaynağı olmaya devam etti.

Kilisenin odak noktası ayin çalışmalarıydı ama 12. yüzyılda profesyonel eğitimli ruhban sınıfı ve kilise hukukçularına olan ihtiyacın artmasıyla bu sistem değişmeye başladı. 11. yüzyılın sonlarına doğru kilise hukuku çalışmalarına ihtiyaç iyiden iyiye artınca Kilise'de Papa VII. Gregorius önderliğinde reformlar yapılmaya başladı. Akıl ve inancın uyumunu savunan skolastik hareketin güçlenmesiyle birlikte, çeşitli felsefi konulara ve dünyayı ilgilendiren sorunlara mantıklı bir yaklaşım sergileyen rasyonalizme olan güven de arttı.

Kilise hukuku ve seküler disiplinler alanında eğitimli bir ruhban sınıfı oluşturmak üzere birçok küçük kasabada katedral okulları açıldı. Daha sonra burada yetişen öğrenciler dönemin büyük şehirlerine, özellikle Paris ve Bologna'ya göç ettiler.

Paris'teki okulun kuruluşu, kronolojik olarak bakıldığında Bologna'daki ilk üniversitenin kuruluşundan (1088) daha geç olsa da üniversitenin habercisi niteliğindeydi. Aslında Avrupa'daki ilk üniversite, Konstantinopolis'te bölgesel yönetimi desteklemek amacıyla ve seküler bir yüksek öğrenim enstitüsü niteliğinde 9. yüzyılda kurulmuştu. Günümüzdeki anlamıyla üniversitelerin yapısı Paris ve Bologna'da kurulan üniversitelere dayanmaktadır.

Avrupa'nın ilk üniversitesi MS 9. yüzyılda kurulmuş olsa da Hindistan ve Çin'de yüzyıllar önce kurulmuştu. Çin'de Konfüçyüsçülüğün prensiplerinin ve klasiklerin düzenli bir şekilde öğretildiği yüksek öğrenim akademileri vardı. Hindistan'da Nalanda Üniversitesi MS 5. yüzyılda kurulmuştu, gerçi birkaç yüzyıl boyunca Budizm'le özdeşleştirilmişti. Nalanda Üniversitesi on bin öğrencisi ve binden fazla öğretmeniyle yatılı bir okuldu. Öğrenciler yurtlarda kalıyordu; kampusün içinde birçok tapınak, meditasyon alanı ve havuz vardı. Dünyanın her yerinden gelen binlerce el yazmasının saklandığı büyük bir kütüphanesi bulunan Nalanda Üniversitesi'nin, Hindistan dışında Çin, Kore ve Türkiye'den gelen birçok öğrencisi vardı. Üniversite başta Budizm olmak üzere pek çok disiplinin öğretildiği önemli bir merkez haline geldi; 7. yüzyılın meşhur Çinli gezgini Xuan Zang, üniversitenin işleyişi, yönetimi, finanse edilişi ve dersleri

hakkında detaylı açıklamalarda bulundu. Üniversite 12. yüzyılda Müslüman istilacılar tarafından yerle bir edildi.

12. yüzyılda Avrupa'daki üniversiteler köklü hale geldi. Üniversiteler kimi zaman öğretmenlere para ödeyen öğrencilerle ya da Kilise sayesinde, daha sonralarıysa saray veya devlet tarafından finanse ediliyordu. Sabit bir kampus yoktu; dersler ya kiliselerde ya da öğretmenlerin evinde veriliyordu. Başta her üniversite belli bir disiplindeki uzmanlığıyla biliniyordu. Örneğin güçlü bir avukat grubu olan Bologna Üniversitesi hukuk eğitimiyle bilinirken Paris Üniversitesi teoloji alanında ismini duyurmuştu.

Öğrenciler altı yıl süren başlangıç eğitiminde mantık, dilbilgisi ve müzik gibi sosyal bilimler alanlarında dersler alıyorlardı. Bu eğitim tamamlandıktan sonra yüksek öğrenim genellikle teoloji, tıp ve hukuk fakültelerinde devam ediyordu. Öğrenciler Kilise nezdinde rahip sayıldıkları için kadınların eğitim görmesine izin verilmiyordu.

Oxford Üniversitesi'nde bir kütüphane

11. yüzyılda kurulan Oxford Üniversitesi İngilizce konuşan dünyanın en eski üniversitesidir. 1209'da bazı öğretmenler Oxford'dan kaçarak Cambridge Üniversitesi'ni kurdu. İki üniversite arasındaki rekabet çok eski yıllara dayansa da günümüzde ikisi de oldukça prestijli ve Oxbrigde adıyla anılan üniversitelerdir.

12. ve 13. yüzyıllara gelindiğinde çoğu üniversite kendi kuralları ve eğitim sistemi olan birer kurum halini almıştı. Kilise'ye bağlı birçok kalemi artık üniversite mezunları yönetiyordu. Üniversitelerin öğrenme ve bilgi merkezleri olarak köklüleşmeleri aralarında en prestijlisine *studium generale* [genel eğitim] ismi verilen bir unvanın bahşedilmesiyle desteklendi. Bu unvan papanın yaptığı resmi çağrıyla ve diğer üniversitelere gidip ders vermiş mezunları tarafından veriliyordu. Paris ve Bologna Üniversitelerine ek olarak sırasıyla 11. ve 13. yüzyıllarda İngiltere'de kurulan Oxford ve Cambridge Üniversiteleri de 13. yüzyılın sonlarında *studium generale* unvanına hak kazandılar.

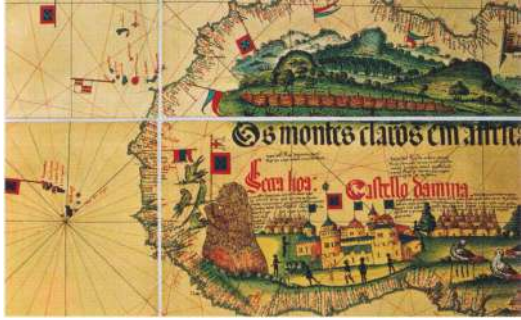
Üniversitelerin Kilise'den ayrılmasının Avrupa'daki entelektüel canlanma üzerindeki etkisi çok büyüktü. Teoloji eğitimi yine ders seçimleri arasındaydı, ama artık öğrencilerin tartışma ve sorgulama imkânı daha fazlaydı. Aquino'lu Tommaso ve Aziz Bonaventura'nın çalışmalarıyla birlikte teolojik eğitim de en iyi zamanlarını yaşadı.

14. yüzyılın sonunda ise üniversiteler Avrupa'nın doğusuna, kuzeyine ve İskoçya'ya yayıldı. Sonraki üç yüzyılın sonunda üniversiteler artık Kilise'den tamamen ayrıldı ve bilgi konusunda üstünlüklerini savunur hale geldiler. 15. yüzyılda bazı konularda geleneksel kalıpların aşılamaması üzerine bir güvensizlik krizi çıksa da üniversiteler Avrupa'da bilginin üretildiği en önemli yerlerden biri olarak yerini korudu.

Üniversitelerin sonraki yüzyıllarda günümüzdeki halini almasının Reform ve Aydınlanma Çağı ile yakın bir ilişkisi vardır. Avrupa'da ortaçağın ardından gelen Rönesans'ta üniversiteler önemli bir rol oynadı.

ERKEN MODERN

KEŞİFLER VE BULUŞLAR (1000-1400)



São Jorge da Mina'nın haritası

Hitay'a gitmek için yeni bir deniz yolu arayan Cenovalı denizci ve kâşif Kristof Kolomb, dört transatlantik yolculuğa kaptanlık etti. Kolomb'un keşifleri İspanya kraliçesi ve İtalyan bankalar birliği tarafından finanse ediliyordu. 1492'deki ilk yolculuğunda bugünkü Batı Hint Adaları'na ayak basmıştır. Sonraki yolculuklarının asıl amacı paganları Hıristiyan yapmak ve Yenidünya'yı kolonileştirmekti. Portekiz Altın Kıyısı'nda bulunan São Jorge da Mina'yı dördüncü ve son seyahatinde ziyaret etti.

RÖNESANS

Avrupa tarihinin 11, 12 ve 13. yüzyılları, yüksek ortaçağ Avrupa'da 15. yüzyılda meydana gelecek köklü bir değişim için gereken ortamı hazırladı. Rönesans ya da yeniden doğuş olarak adlandırılan bu değişim, klasik öğrenme ve bilim alanında ilgi ve merakın yeniden uyanışı olarak bilinir.

Sonraki üç yüz yıl, Avrupa'nın ekonomi, politika ve entelektüel ortamında önemli değişikliklere tanıklık etti. Daha önceki yüzyıllarda Doğu'da bulunan ekonomik ve politik güç merkezleri Avrupa'ya taşındı. Avrupa'daki uzun

1403: Ming Hanedanlığı'nın başkenti Nanjing'den Beijing'e taşındı.

1429: Jeanne d'Arc, Orleans kuşatmasını sonlandırdı.

1453: Konstantinopolis'in fethi ve Bizans İmparatorluğu'nun yıkılışı.

1455: Gutenberg Kitabı Mukaddesi basıldı.

1469: Isabel ve Fernando'nun evliliğiyle İspanya İmparatorluğu birleşti.

1492: Kristof Kolomb, Doğu'ya giden bir deniz yolu ararken Yenidünya'ya ayak bastı ve burada ilk İspanyol kolonisi olan Española'yı kurdu.

1498: Vasco da Gama Ümit Burnu'nu dolanarak Hindistan'a giden bir deniz yolu keşfetti.

1500: İnkalar Machu Picchu'nun inşaatını tamamladılar.

1513: Makao, Ming Hanedanlığı döneminde Portekiz toprağı oldu.

1515-1518: Osmanlılar Anadolu, Mısır ve Arabistan'ı ele geçirdi.

1517: Luther Almanya'da 95 Tezi'ni yayımlayarak Reform'u başlattı.

1520: İspanyol Hernán Cortés, Meksika'ya ayak bastı; sonraki altmış yılda İspanyollar tüm Mezo-Amerika'yı ele geçirip buradaki yerli kültürleri yok ettiler.

1519-22: Portekizli kâşif Fernando Macellan önderliğinde bir keşif gemisi, Avrupa'dan yola çıkarak Güney Amerika'nın en güney ucundan Pasifik'i

Venedik'te eski bir cephanelikte sergilenen bir sekstant

geçip dünyayı dolaştı.

1526: Babür İmparatorluğu'nun kurucusu Babür, Ludileri yendi ve Hindistan'a hükmetmeye başladı.

1531: İngiliz Kilisesi, Roma Katolik Kilisesi'nden ayrıldı. İlk menkul kıymetler borsası Anvers'te kuruldu.

1532: Pizarro, İnka İmparatorluğu'nu ele geçirdi. Kırk yılı aşkın süren savaşlar sonunda Francisco Toledo, 1572'de son İnka hükümdarı Tupac Amaru'yu katletti.

1543: Leh astronom Mikołaj Kopernik, güneş merkezli evren teorisini yayımladı.

1556: Büyük Babür Hükümdarı Ekber, Hindistan Kralı olarak taç giydi.

1582: Merkatör projeksiyonu yöntemiyle ilk harita yapıldı.

1582: Papa XIII. Gregorius, Jülyen takvimi yerine daha hatasız olan Gregoryen takvimi getirerek reform yaptı, bu reform birkaç Avrupa ülkesinde benimsendi.

1589: Galileo Galilei, Aristoteles'in yerçekimi fikirleriyle çelişen cisimlerin serbest düşme yasasını buldu.

1600: Andlar'dan gelen patates Avrupa'ya tanıtıldı.

1608: İlk teleskop yapıldı. Galileo gökyüzünü inceleyebilmek için bu teleskopu geliştirdi.

1612: İngilizler Hindistan'daki ilk fabrikalarını Surat şehrinde kurdu.

1613: Rusya'da Romanov Hanedanlığı'nın başlangıcı.

1614: John Napier hesaplamalarda kullanılacak ilk logaritma tablolarını yayımladı.

1620: *Mayflower* Kuzey Amerika'ya doğru yola çıktı. Püritenler Plymouth'ta bir koloni kurdu.

1628: William Harvey vücuttaki kan dolaşımını açıkladı.

1637: René Descartes analitik geometriyi icat etti.

1643: Evangelista Torricelli atmosfer basıncını ölçmek için barometreyi kullandı.

1652: Güney Afrika'daki Ümit Burnu'nda Felemenk kolonisi kuruldu.

1656: Christiaan Huygens sarkaçlı saatin patentini aldı.

1665: Robert Hooke hücreleri keşfetmek için ilkel bir mikroskop kullandı.

1687: Isaac Newton diferansiyel ve integral hesap ve yerçekimini keşfetti.

1690: İngilizler Kalküta'da bir ticaret merkezi kurdu.

durgunluk döneminin ardından gelen canlanma hali, Rönesans'tan sonra da devam etti.

Bu dönemde, yeni coğrafyalar keşfedildi, (Amerika kıtalarının "keşfi" ve Avrupalılar tarafından kolonileştirilmesi) gökyüzünü incelemeye yarayan yeni alet ve teknolojiler geliştirildi, feodal sistem geride bırakıldı ve ticaret hacmi büyüdü. Ayrıca bu dönemde dini yapıda da Protestanlığın ortaya çıkışı ve Katolik Kilisesi'nin buna gösterdiği tepki gibi birçok önemli değişiklik oldu.

Rönesans'ı kendinden önceki dönemlerden ayıran en önemli özellik, bu dönemde entelektüel liderliği seküler kişilerin devralmış olmasıdır. 12. ve 14. yüzyıllarda bilimsel aktivitelere rahipler öncülük ettiği için skolastik düşünce doğmuştu. 15. yüzyıl entelektüel bir hareket olan ve İtalya'da ortaya çıkan hümanizmin (Yunan ve Roma metinlerinin yeniden bulunup incelenmesiyle ortaya çıkmıştır) yükselişini görmüştür. Bu hareket ve beraberinde getirdiği canlanma, matbaanın icadı ve metinlerin çoğaltılıp dağıtılması sayesinde bir sonraki yüzyılda Avrupa'nın her yerine yayıldı.

Hümanistler Avrupa'nın dindar muhafazakârlıktan kurtulmasında, fikir ve teknoloji üretiminde insan emeğine olan güveninin artmasında önemli bir rol oynadı. Hümanistler, rahiplerden ziyade, avukat ve noter gibi profesyoneller olduğu için manastır hayatı yerine toplumla bütünleşmeye ve insanın eşi benzeri olmayan potansiyeline vurgu yaptılar. Antik metinlerin okunması ve fiziksel dünyayı anlayıp yönetebilmek için sistematik bir araştırma yapılması gerektiğini savundular.

Yunan ve Roma felsefesi klasiklerinin orijinallerinin incelenmesi ve çevrilmesi istendi, bu durum 15. yüzyılda Konstantinopolis'in Osmanlıların eline geçmesiyle buradaki biliminsanları İtalya'ya göç edince hız kazandı. Bu dönemde tarih, edebiyat ve politika gibi seküler bilimler kadar Yunan ve Roma klasikleri üzerine çalışmalar da arttı. Yunan metinleri manastırlarda korunuyordu, İslam dünyası da bu metinlere erişebiliyordu. Daha sonra İber Yarımadası'nda Moroların yenilmesiyle Antik Yunan filozoflarının binlerce çalışması Avrupalı bilginlerin erişimine açıldı.

Hümanist düşüncenin Avrupa'daki din anlayışı üzerinde önemli bir etkisi oldu. Büyük Bölünme'den sonra birçok rahibin papalık rütbesinde hak iddia etmesiyle Kilise'de büyük bir karışıklık dönemi başladı. Gitgide uzayan bu huzursuzluk 1411'de Konstanz Konsili ve reformist hareketler sayesinde bir ölçüde çözüldü. Öte yandan Kilise'deki yozlaşma (günah çıkarmalar) ve kayırmacılık hız kesmeden devam etti; hümanist düşünceden etkilenen bazı rahipler Kilise'yi eleştirip reform yapılması gerektiğini savundular. Tüm bu çabalar 1517'de Martin Luther'in çalışmalarıyla doruğa çıktı, sonunda da Reform başladı ve Avrupa'da Roma Katolik Kilisesi'nin hegemonyasında bir kırılma yaşandı.

Bu dönemde Avrupa ekonomik açıdan gözle görülür bir ilerleme kaydetti. Şehirleşmenin artmasıyla şehir nüfuslarında ani bir artış yaşandı. Artan nüfusun ihtiyaçlarını karşılamak için tarıma büyük miktarda yatırımlar yapıldı ve ticari değeri yüksek olan ekinler ekilmeye başladı. Özellikle askeri ekipmanlar olmak üzere mala olan ih-

tiyaç arttığı için üretim alanında teknolojik gelişmeler yaşandı. Hâkimiyet adına verilen birçok savaş sebebiyle bu dönemde askeri üniforma, zırh, silah ve gemilere olan ihtiyaç giderek arttı. Ayrıca madencilik teknolojisi de gelişti ve Avrupa'nın birçok yerinde yeni demir ve bakır madenleri açıldı.

Avrupa'nın ekonomisini değiştiren bir diğer etmen de Amerika'nın keşfiydi. Kristof Kolomb'un İspanyol hükümdarının finanse ettiği yolculukları başta hiçbir ekonomik kazanç sağlamadı. Fakat ilerleyen yıllarda, özellikle İnka ve Aztek İmparatorluklarının fethiyle İspanya yönetimi oldukça zengin gümüş madenlerinin kontrolünü ele geçirdi. Bu madenlerden ve Amerika'nın geniş tarım arazilerinden elde edilen gelir yalnızca refah seviyesini yükseltmekle kalmadı, o dönemde birçok savaşı da finanse etti.

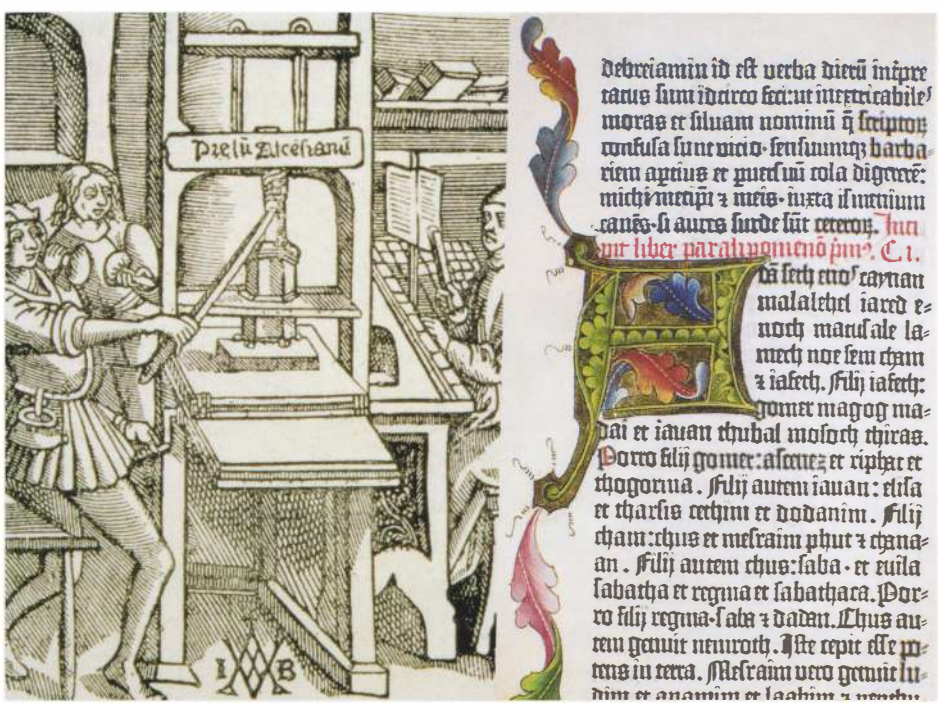
Basım Teknolojisi

Basım teknolojisindeki gelişmeler 15. yüzyılın dönüm noktalarından biriydi. Hümanist düşüncenin ve Rönesans'ın tüm Avrupa'ya yayılmasında matbaanın etkisi göz ardı edilemez. Kâğıt yapım teknikleri daha önceki yüzyıllarda Çin'e ve Ortadoğu'ya gidip gelen gezginler ve Haçlılar vasıtasıyla öğrenilmişti. Bunun sonucunda İtalya, Almanya ve Fransa'da birkaç önemli kâğıt üretim merkezi kuruldu.

Çin'de kullanılan tahta kalıplar 14. yüzyılda Avrupa'da özellikle el yazmalarının süslü büyük harflerinin basımında kullanılmaya başladı. Tahta kalıplar ayrıca 15. yüzyılın ilk yarısında kartların üzerine dini motiflerin basılmasında kullanılıyordu. Sonuç olarak tahta kalıp ustalarının önemi giderek arttı ve içinde hem resim hem metin bulunan küçük kitaplar basılmaya başladı. Bunlar genellikle dini amaçlı küçük broşürler olsa da bu dönemde Latince dilbilgisi kitapçıkları da basılanlar arasındaydı.

Bir sonraki aşamada harf kalıpları çıkarıldı ve bu kalıplar bir araya getirilerek metinler oluşturuldu ancak bu girişim büyük başarılarla sonuçlanmadı. Bunun en önemli sebebi Latin harflerinin Çin harflerine göre çok daha ufak olması, dolayısıyla bu harflerin kalıbını çıkarmanın çok daha incelikli bir işçilik gerektirmesiydi. Ayrıca bu kalıplar oldukça kırılgandı ve defalarca kullanılamıyordu.

Matbaalarda tahta kalıplardan metal kalıplara geçiş tahminen 13. yüzyılda Kore'de gerçekleşti fakat bu konuyla ilgili pek bir şey bilinmiyor. Avrupa'da bu geçişi ilk yapan metal dökümcüleri,



1498 baskı makinesi ve Gutenberg Kitabı Mukaddesi

15. yüzyılın ortalarında Alman zanaatkâr Johannes Gutenberg hareketli matbaayı icat etti. Gutenberg'in baskı makinesi şarap ve kâğıt yapımında kullanılan preslerden etkilenerek tasarlanmıştı. Makine uzun bir kolla hareket ettirilen ve kâğıdın etrafına sarılmasıyla baskı yapan bir silindirden oluşuyordu. Bu tasarım iki yüzyıl boyunca kullanıldı. (1498 yılında basılmış bir kitap)
1455'te Gutenberg'in, hareketli baskı tekniği kullanarak bastığı ilk kitap kırk iki satırlı Kitabı Mukaddes'ti. Bu üç ciltlik Latince şaheser gotik harflerle yazılmıştı; sayfa numarası ya da başlığı yoktu. Günümüzde kitabın kırk adet kopyası bulunmakta ancak tam olarak ne kadar çoğaltıldığı bilinmiyor. Burada Gutenberg Kitabı Mukaddesi'nin süslü "A" harfi gösteriliyor. (Almanya; 1455; parşömen; Universitatsbibliothek; Göttingen)

ve kalıpçılar, her harfin kalıbını çıkardıktan sonra kurşun bir plaka üzerine yerleştirdiler. Bu işlem tahta kalıpla baskı yapmaktan çok daha hızlıydı fakat plakaların hizalanmasında sorunlar yaşanıyordu.

Bu yeni teknikle beraber tam anlamıyla bir baskı makinesinin kullanımı kaçınılmaz hale geldi. Johannes Gutenberg'in 15. yüzyılda bu yeniliği getiren kişi olduğu söylenir. Almanya'nın Mainz şehrinde yaşayan Gutenberg, daha önce kuyumculukla uğraştığı için metal işçiliği konusunda deneyimliydi. Geliştirdiği bu yöntemde kurşunu erittikten sonra önce bir taban yapıyor daha sonra kalay, antimon ve kurşun alaşımından bir kalıba dökerek basma harfleri çıkarıyordu. Kurşundan yapılan kalıplara göre çok daha dayanıklı olan alaşım kalıpların kullanılması baskı açısından önemli bir yenilikti.

Basım alanındaki bir diğer yenilik de baskı makinesinin geliştirilmesiydi. Muhtemelen ilk baskı makineleri, yüzyıllardır kullanılan tarım makinelerinden esinlenerek tasarlanmıştı. Bu alet altta harf dizisinin bulunduğu düz bir plakanın üzerine gelen ve kâğıdı preslleyen hareketli ikinci bir parçadan meydana geliyordu. Önce basılacak olan metin oluşturulup tahta bir şerit üzerine diziliyordu. Daha sonra bu parça metal bir çerçeveyle sabitlenip üzerine mürekkep uygulanıyordu.

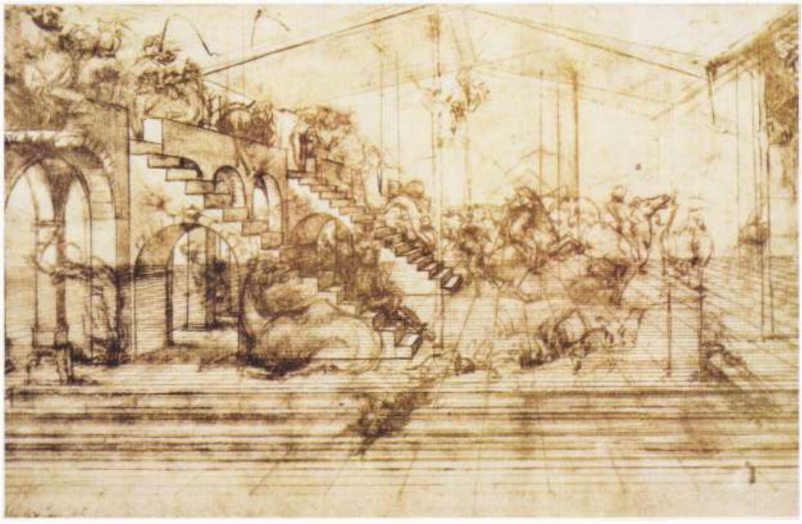
Mürekkepte yapılan bir yenilik matbaanın yayılmasına yardımcı oldu. O zamana dek metinlerde su bazlı bir mürekkep kullanılıyordu. Bu dönemde Flemenk ressamlar yağ bazlı mürekkepler kullanmayı deniyorlardı; matbaada su bazlı mürekkeplere oranla çok daha uzun süre dayanan yağ bazlı mürekkeplerin kullanılmaya başlamasında ilham kaynağı oldular. Hizalanan metinler mürekkeplendiğinde kâğıt üzerine yerleştiriliyor, iki taraftan sıkıştırılan kâğıdın üzerine mürekkepli metin baskısı alınıyordu.

Bu teknikle alınan baskı, tahta kalıbın üzerine mürekkebin fırçayla uygulandığı baskıya kıyasla hayli iyiydi. Sonuç daha okunaklıydı ve kâğıdın her iki tarafına da baskı alınabiliyordu. Gutenberg bu teknikle kırk iki satırlı Kitabı Mukaddes'ten yüz seksen kopya bastı; bundan sonra da eski tekniklere bir daha geri dönülmedi.

Matbaa Almanya'dan diğer ülkelere hızla yayıldı ve kısa bir süre sonra Avrupa'nın tüm büyük kentlerinin bir matbaa endüstrisi oldu. Rönesans'ın ve hümanist düşüncelerin yayılmasında matbaanın etkisi inanılmazdı. Bilgi; ister yeni kitaplarda isterse antik ve dini metinlerde olsun, artık zengin ve ayrıcalıklı bir zümrenin elinin altındaki el yazmalarından ibaret değildi. Artık kitapları hızlı ve kaliteli bir şekilde

Adoration of the Magi [Mecusilerin Hayranlığı] tablosu

15. yüzyılın başlarında perspektifin matematiksel kuralları İtalyan mimar Filippo Brunelleschi tarafından keşfedildi. Bazı kurallar Yunanlar tarafından biliniyordu ama daha önce sanat alanında hiç uygulanmamıştı. Rönesans sanatçıları bu teknikleri hemen benimseyip eserlerinde kullanmaya başladılar. Bu dönemde ilk defa objeler onları gördüğümüz haliyle resmedildi; resimler üçboyutlu bir derinlik kazandı. Resimde görülen, Leonardo da Vinci'nin *Adoration of Magi* tablosunun arka plan perspektif eskizidir. (İtalya; 1481; kâğıt üzerine mürekkepli kalem; Galleria degli Uffizi, Floransa)



çoğaltmak uygun bir bütçeyle mümkündü.

Sanat

15. yüzyıl İtalyası'nda Rönesans birçok alanda kuşkusuz devrim niteliğinde değişimlere sebep oldu ancak bunların içinde en meşhuru sanattı. Bu dönemdeki en önemli değişikliklerden biri resimde perspektifin kullanılmaya başlamasıdır. Daha önce bazı sanatçılar perspektif kullanarak resimler yapmış olsa da ancak 14. yüzyıla gelindiğinde bu teknik bir resim tekniği olarak popülarite kazandı. Yine bu dönemde resimde realizm akımı ortaya çıktı. Sanatçılar objeleri kendi gördükleri gibi resmetmeye, ışık ve gölgenin tüm inceliklerini yansıtmaya, perspektiften kaynaklanan farklara ve anatomik detaylara önem vermeye başladılar.

Bu dönemin en ünlü ressamı şüphesiz Leonardo da Vinci'dir. Dâhi olarak tanımlanan ve tam anlamıyla bir Rönesans insanı olan Leonardo, birçok alana sayısız katkıda bulundu. İncelediği kadavralar sayesinde resimlerinde insan anatomisini oldukça detaylı resmetti. Hatta anatomilerini anlamak için hayvan kadavraları üzerinde bile çalıştı. Birçok resim yaptı, çeşitli teknikler denedi.

Leonardo sadece bir ressam değil, bir doğa araştırmacısı, biliminsanı ve mühendisti. Günlükleri ve defterlerinde zamanının çok ötesinde teknolojilere ait sayısız fikir ve çizim bulunmaktadır. Leonardo'nun fikirleri yalnızca yaratıcı bir mühendisliği değil aynı zamanda bilim ve mekanik üzerine derin bir anlayışı da yansıtıyordu. Diferansiyel dişli sistemiyle çalışan birçok makine, kuşların uçma yeteneğinden ilham alan uçan bir alet, hareket eden bir kale (ya da tank) ve bir helikopter tasarladı. Ayrıca akıntı ve girdaplar üzerine çalıştı, bunların ardında yatan fiziği anladığını gösteren detaylı çizimler yaptı.

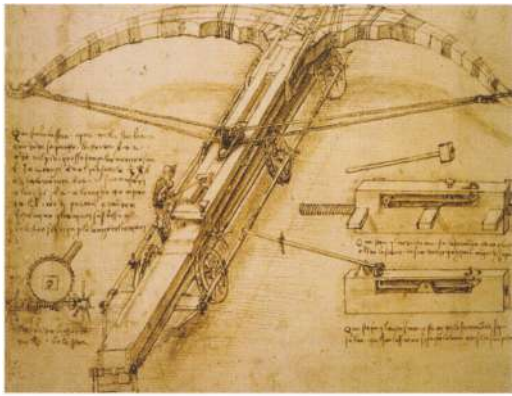
Başarılı bir sanatçı ve ressam olmanın ötesinde Leonardo bir mimar ve askeri mühendisti. Hiçbir yapı inşa etmemiş olsa da hayatını çeşitli mimari tasarımlar yaparak geçirdi. Mimari ve şehir planlama üzerine bolca yazdı. Çalışmalarından bazıları dönemin mimarlarını derinden etkiledi ve bu döneme ait mimari üslubun gelişmesinde hayli ilham verici oldu.

Leonardo'nun çağdaşı ve bir nevi rakibi olan Michelangelo Buonarroti de bir bilgindi. Fevkalade yetenekli bir ressam ve heykeltıraş olan Michelangelo hem kendi döneminde hem de ondan sonraki dönemlerde sanatçıları bir hayli etkiledi. Sistina Şapeli'ndeki tavan freskleri ve *Davut* ve *Pietà* heykelleri, döneminin en başarılı sanat eserleri arasındadır.

Astronomi

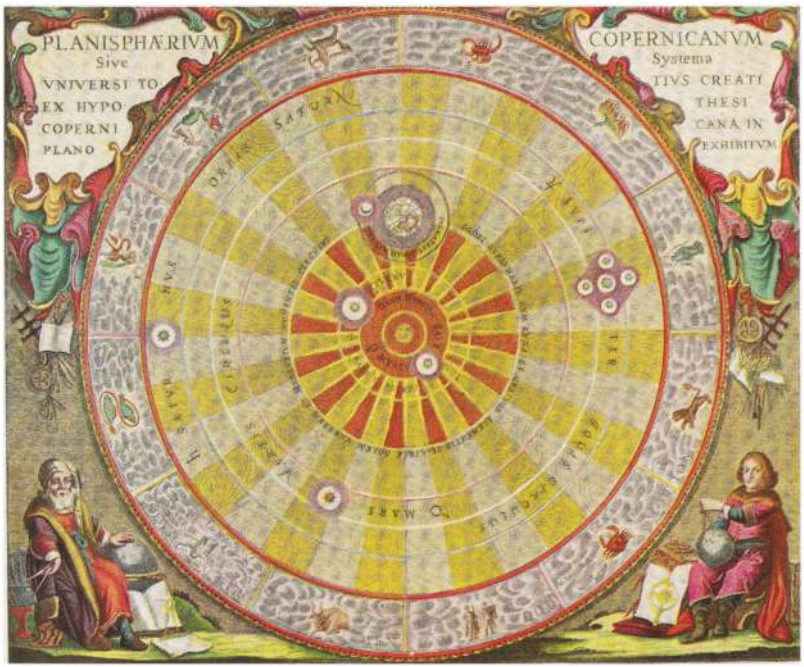
16. yüzyılın ortasında Leh bir astronom insanların gökcisimlerine olan bakış açısını değiştirdi. Mikołaj Kopernik, şaheseri *De revolutionibus orbium coelestium libri VI* [Göksel Kürelerin Dönüşleri Üzerine] isimli kitabı basıldığında ölüm döşeğindeydi. Bilim tarihinin en etkileyici kitabı olarak nitelendirilen bu eser yalnızca astronomi alanının gidişatını değiştirmekle kalmadı, insanların dünya algısında adeta bir devrim yaptı.

Yüzyıllar boyunca astronomi ve astroloji bilimleri, geleceği tahmin edebilmek için gökcisimlerini araştıran benzer disiplinler olarak görüldü. Ba-



Leonardo da Vinci'nin Dev Arbaleti

Bir ressam, mühendis, heykeltıraş ve mimar olan Leonardo da Vinci kuşkusuz Rönesans'ın en popüler figürlerinden biriydi. *Son Akşam Yemeği* ve *Mona Lisa* tabloları tartışmasız dünyanın en ünlü sanat eserleridir. Bilimsel incelemelere, bilgiye olan merakıyla eşi benzeri görülmemiş bir dâhiydi, teknik yetenekleri zamanının ötesindeydi. Güncesindeki çizimler arasında onun tasarladığı tarihten çok daha sonra icat edilecek uçak, helikopter (ve diğer uçan araçlar), paraşüt, denizaltı, zırhlı araçlar, mancınık (dev bir arbalet), seri ateşli silahlar, merkezkaç pompası, bilyeli yatak ve sonsuz dişli gibi mekanik aletler vardı. Bu çizimde 1499'da tasarlanan bir arbalet görüyoruz. Bu dev silahın biri çekiçle vurulduğunda serbest kalan dişli olmak üzere iki adet ateşleme mekanizması vardı.



Kopernik Sistemi

Leh astronom Mikołaj Kopernik 1543'te Güneş merkezli evren teorisini ortaya atan ilk biliminsanıydı. Kopernik'in gezegenlerin gizemini Aristotelesçi ve Ptolemaiosçu teorilere göre çok daha başarılı bir şekilde açıklayan teorisi kendinden sonra gelecek Galileo, Newton ve Descartes gibi bilim devriminin öncülerinin düşünce biçimini derinden etkiledi. Aslında evrenin merkezini Dünya'dan Güneş'e taşımak, o dönemde hâkim olan evren algısına ciddi bir darbeydi. Bu, Kopernik'in dünya sisteminin 17. yüzyılda yapılmış bir çizimidir.

Galileo Galilei

İtalyan biliminsanı Galileo'ya modern bilimin atası denebilir. Deneysel metodun ve fizik yasalarının formüle edilmesinde matematiğin kullanılmasının sıkı savunucularından olan Galileo, birçok alanda çeşitli deneyler yaptı. Gökcisimlerini incelemek için teleskop kullandı, Kopernik'in teorilerinin doğru olduğunu gördü, bu da Kilise'yle çatışmasına sebep oldu. Hareket yasasıyla ilgili yaptığı çalışmalar daha sonra Newton tarafından formüle edildi.

tı dünyasına hâkim olan Aristotelesçi düşünce, Dünya'yı evrenin merkezinde kabul edip gezegenlerin sabit ama görünmez küreler üzerinde dizili olduğunu, bir dizi eşmerkezli çember oluşturduğunu savunuyordu. İki bin yılı aşkın süre kabul gören bu bakış açısı, gezegenlerin gözlemlenen özelliklerini açıklamaya yetmiyordu. Örneğin gezegenlerin parlaklıklarının değiştiği biliniyordu fakat gezegenlerin Dünya'ya eşit uzaklıkta bir yörüngede hareket ettiği varsayıldığında bu parlaklık değişimini açıklamak mümkün olmuyordu. Ayrıca gezegenlerin, Aristotelesçi çerçeveden bakıldığında açıklanması imkânsız bir gerileme hareketi olduğu da biliniyordu. Claudius Ptolemaios MS 1. yüzyılda bu bilgiyi kendi dış çember ve yörünge teorisiyle düzeltmeye çalışmıştı. Hayli karmaşık olan bu teori jeosantrik bir modele dayanıyordu.

Kopernik bu probleme radikal bir çözüm önerdi. Güneş sisteminin merkezinde Dünya'nın değil Güneş'in olduğunu ileri sürdü. Dünya dahil olmak üzere tüm diğer gezegenler belirli bir yörünge üzerinde Güneş'in etrafında dönüyordu. İleri sürdüğü bu teori hem gezegenlerin gerileme hareketini hem de değişken parlaklıklarını açıklıyordu. Ancak bunu kabul etmek demek, Batı dünyasında yüzyıllar boyunca bilinen ve kabul görmüş tüm doğa felsefelerini reddetmek ve sınırsız güce sahip Katolik Kilisesi'yle çatışmak demekti.

Kilise'yle olan çatışma, bir diğer biliminsanı Galileo Galilei'nin çalışmalarıyla iyice alevlendi. Matematikçi ve astronom Galileo o dönemin önde gelen figürlerinden biriydi. Fizik ve astronomiye olan katkıları bir yana, doğa bilimlerini inceleme metodu, bilimin doğaya olan bakış açısını değiştirdi. Cisimlerin serbest düşme yasasını Piza Kulesi'nden aşağı ağırlıklar bıraktığı meşhur deneyiyle formüle etti. Hareket yasası ve eylemsizlik gibi birçok keşfi deneylere dayanır. Galileo'nun hareketin doğası üzerine fikirleri, dönemin hâkim Aristotelesçi düşüncesiyle çelişiyordu. Bu fikirleri sebebiyle mes-

lektaşları arasında sevilmeyen biri oldu. Piza Üniversitesi'yle anlaşmasının da düşünceleri nedeniyle iptal edildiği söylenir.

Galileo'nun bilime en büyük katkısı cisimlerin serbest düşme yasası ya da hareket kanununu formüle etmesi değil, kullandığı metodolojidir. Galileo doğa olaylarını nitelikleri yerine matematikle tasvir eden ilk biliminsanıdır. Ayrıca Galileo, herhangi bir teorinin bilimsel deneylerle ispatlanmadıkça doğruluğunun kabul edilemeyeceğini savunacak kadar hırslı bir deneyselciydi.

Ancak Galileo'ya şöhreti getiren astronomi alanındaki çalışmaları oldu. Yakın zamanlarda Felemenk Cumhuriyeti'nde icat edilen teleskopu, çok uzaktaki cisimleri görebilmek için geliştirdi. Bu alet kıyıya yanaşan kargo gemileriyle ilgili detaylı bilgi sahibi olma imkânı bulan Venedikli tüccarlar için olağanüstü faydalı olmuştu.

Galileo teleskopla gökyüzünde sistematik gözlemler yaptı; Jüpiter'in uyduları ve Satürn'ün daha önce görülmemiş halleri gibi birçok şey keşfetti. Tüm bu gözlemlerinin sonucunda Kopernik'in ortaya attığı Güneş merkezli evren teorisinin doğru olduğuna kanaat getirdi. Galileo'nun bu keşfiyle bilimsel devrim başlamış oldu. Gökyüzü hakkındaki fikirleri sebebiyle sapkınlıkla suçlanan Galileo, Kilise'nin öfkesiyle yüzleşmek zorunda kaldı. Galileo ile Kilise arasındaki bu çatışmanın, Galileo'nun fikirlerini savunmaktan vazgeçmesiyle mi yoksa Kilise'nin birkaç nasihatle Galileo'yu salıvermesiyle mi sonuçlandığı bilinmese de Galileo bilim dünyasına yeni bir yol çizmiş oldu.

Galileo'nun teknolojiye olan katkıları teleskopu kusursuz bir hale getirmesiyle sınırlı kalmadı. Böceklerin detayları gibi oldukça küçük objeleri incelemek üzere bilinen ilk bileşik mikroskopu yaptı. Ayrıca ileride sarkaçlı saat yapımında oldukça faydalı olacak sarkaçların hareketlerini de inceledi. Havanın genleşmesine bağlı olarak sıcaklığı ölçen termometreyi de icat eden oydu.

Navigasyon

16. yüzyıl adeta bir keşifler çağıydı. Kâşifler için daha sağlam gemiler yapma teknolojisi kadar navigasyon da önemliydi. 1568'de Flemenk kartograf Gerardus Mercator navigasyon için oldukça faydalı olabilecek bir harita çizim tekniği geliştirdi. 1569'da enlem ve boylam çizgilerini ve bunların paralelliğini kullanarak oluşturduğu projeksiyon tekniğini açıkladı. Meridyenler arası mesafe değişmezken ekvatordan uzaklaştıkça enlemler arasındaki mesafe artıyordu. Küresel Dünya'yı bir düzleme seren bu projeksiyon yöntemiyle denizciler harita üzerine düz bir rota çizme imkânı buldular. Mercator ayrıca birden fazla haritanın bir araya gelmesiyle oluşan "atlas" kelimesini de literatüre sokmuştur.

Merkator dünya haritası

16. yüzyılda yaşamış Flemenk kartograf Gerardus Mercator, Dünya'nın yuvarlak yüzeyini bir düzleme aktarmanın matematiksel yolunu buldu. Mercator'un dünya haritasını düzleme aktarırken kullandığı referans çizgileri daha sonra deniz seferlerinde kullanılmaya başladı. Mercator ayrıca dünya haritaları için ilk kez "atlas" kelimesini kullanan kişidir. Bu görselde *atlas, sive cosmographicae*'den "Dünya Haritası"nı görüyoruz. (Duisburg, Almanya; 1585)

Gemi ve Denizciliğin Gelişimi

15. yüzyılda Avrupa'da keşif devri başladı. Önceki yüzyıllarda Asya ve Afrika'yla ticaret ve takas yapılıyordu. Akdeniz ticareti hariç geri kalan tüm ticari faaliyetler karadan, özellikle Çin ve Avrupa'yı Asya üzerinden birbirine bağlayan, İran ve Afganistan'a kadar uzanan İpek Yolu üzerinden yapılıyordu. 15. yüzyılın ortalarında Osmanlı İmparatorluğu'nun ortaya çıkmasıyla bu ticaret yolu kullanılamaz hale geldi. Bunun sonucunda tüccarlar Avrupa'da artan nüfusun Asya'dan gelen mallara olan talebini karşılayabilmek için alternatif yollar bulmak zorunda kaldılar.

Görüldüğü üzere nehir ve okyanus denizciliğinin, Mezopotamya ve Mısır'da ortaya çıkan basit sazla yapılan sallardan Roma ve Yunanların kullandığı çok kürekli deniz araçlarına dayanan uzun bir tarihi var. Ticaret yapmak için katedilmesi gereken mesafe arttıkça deniz araçlarının gitme gücünün de artması gerekti. Bunu yapmanın tek yolu gemi yelkenlerinin yüzeyini artırmaktı; ya yelkenler sayıca çoğalacak ya da yelkenlerin boyutu büyüyecekti. Bundan önce kıyıdan giden ve açık denizlerde yön bulmaya ihtiyacı olmayan kürekli deniz araçları kısa mesafede ticaret yapmaya yetiyordu.

Doğu Hindistan'a yeni bir rota arayışı Kristof Kolomb'un Amerika kıtasını bulmasıyla sonuçlandı. 2 Ağustos 1492'de Kolomb ve mürettebatı *Santa Maria*, *Nina* ve *Pina* isimli üç gemiyle İspanya'dan batıya doğru yola çıktı. Bundan sonra Kolomb Amerika'ya 1493 ve 1504 yılları arasında üç yolculuk daha yaptı. Yenidünya'yı keşfetmenin yanı sıra Española'nın kolonileştirilmesi ve Güney Amerika anakarasının keşfi de Avrupalılar için önemli gelişmeler arasındaydı.

1497'de Portekizli kâşif Vasco da Gama Afrika'nın etrafından dolaşırken Hindistan'ın batı kıyılarında yer alan Kalikut'u keşfetti. Bir başka Portekizli kâşif Pedro Cabral da 1500'de biber almak için Kalikut'a giderken Brezilya kıyılarına ulaştı. Birkaç yıl içinde Portekizliler Hindistan, Afrika ve hatta Malakka dahil olmak üzere Doğu'da birçok yerde ticaret merkezleri kurdular.

Portekizli kâşif Ferdinand Macellan'ın yolculukları keşif dünyasında yeni ufuklar açtı. 1519'da Macellan beş gemiyle önce Brezilya'ya, sonra Güney Amerika kıyılarından Patagonya'ya kadar giderek Pasifik'e batıdan gitmenin yolunu buldu. Pasifik'i boydan boya geçen uzun ve güç bir yolculuğun sonunda Filipinler'e vardı ve burada öldürüldü. Gemi, yolculuğuna onsuz devam etti. 1522'de İspanya'ya vardığında insanlar artık doğuya, batı üzerinden gidilebildiğini öğrenmişlerdi. Macellan'ın gemiyle yaptığı bu dünya turu

Kolomb'un filosu

Kolomb'un 1493'te Yenidünya'yı keşfi şüphesiz tüm Avrupa için çok önemli bir olaydı. Amerika'nın kolonileştirilmesi sayesinde Avrupalılar sınırsız miktarda altın ve gümüşe, Afrika'dan gelen kölelerin çalışabileceği uçsuz bucaksız tarlalara ve Hıristiyanlaştırılmaya hazır bir dinsiz yerli nüfusuna sahip oldular. Kolomb'un 1492'de birlikte Atlantik'i ilk defa geçtiği filosu, Amerika'nın keşfinin beş yüzüncü yıl kutlamalarına ait bu replikalarda görülebilir. Filo, bir karak olan amiral gemisi *Santa Maria* ile *Nina* ve *Pina* isimlerinde iki karaveladan oluşuyordu. Keşif için tasarlanan bu gemiler, 15. yüzyıl gemilerinin teknolojilerini yansıtmaktadır. (NASA: Kennedy Space Center)

Avrupa'da büyük yankı uyandırdı.

15. yüzyılda başlayan buluş ve keşif dönemi elbette gemi ve denizcilik alanında kaydedilen ilerlemeler sayesindeydi. Bu dönemde iki veya üç direkli, kolay manevra yapabilen ufak gemi karavelalar ortaya çıktı. Portekizliler bu gemileri özellikle Batı Afrika kıyılarına gitmek için kullandılar. Daha büyük gemiler okyanus yolculukları için daha elverişli olsalar da sığ sularda ya da nehirlerde gidemiyorlardı. Karavelalar bu amaç için biçilmiş kaftandı ve oldukça fazla kullanıldı. 15. ve 16. yüzyıllarda ayrıca yelkenleri asmak için üç veya daha fazla direği bulunan tam armalı gemiler de kullanılmaya başladı. Daha fazla direk demek gemilerin boyunun, eninin veya tam genişliğinin iki ya da üç katı daha uzun olması gerektiği anlamına geliyordu. Bu standartlara uygun ilk gemi Cenova'da üretildi; bu gemiye karak deniyordu. Bu gemiler okyanus sularında sarsılmayan ve büyük miktarlarda mal taşıyabilen ilk gemilerdi. Önceki yüzyılların aksine bu dönemde denizde ticari hâkimiyet için savaşlar yapıldığından, bu gemilerin güvertelerinde silah ve top bulundurabilmesi büyük bir avantajdı. Karaklar birçok Portekizli ve İspanyol kâşif için adeta bir demirbaştı. Kolomb'un ilk seferinde bindiği amiral gemisi *Santa Maria* bir karaktı, birkaç tane karavela da ona eşlik ediyordu.

17. yüzyıla gelindiğinde Avrupa'da uzun seferler için kullanılan tüm gemiler tam armalıydı. Bu gemiler Kolomb, Francis Drake, Walter Raleigh ve Sebastian Cabot gibi kâşifler tarafından dünyayı keşfetmek için kullanılıyordu.

Doğu'ya giden deniz yolunun bulunmasıyla beraber ticaret alanında beklentiler hayli arttı. Çin'e ve Hindistan'a giden Avrupalı tüccarlar temel baharatlar ve kıyafetler haricinde de birçok şeyin ticaretinin yapılabileceğini fark etti. Avrupalılar kıyı bölgelerinde ticareti artırmak için fabrikalar kurup işletti.

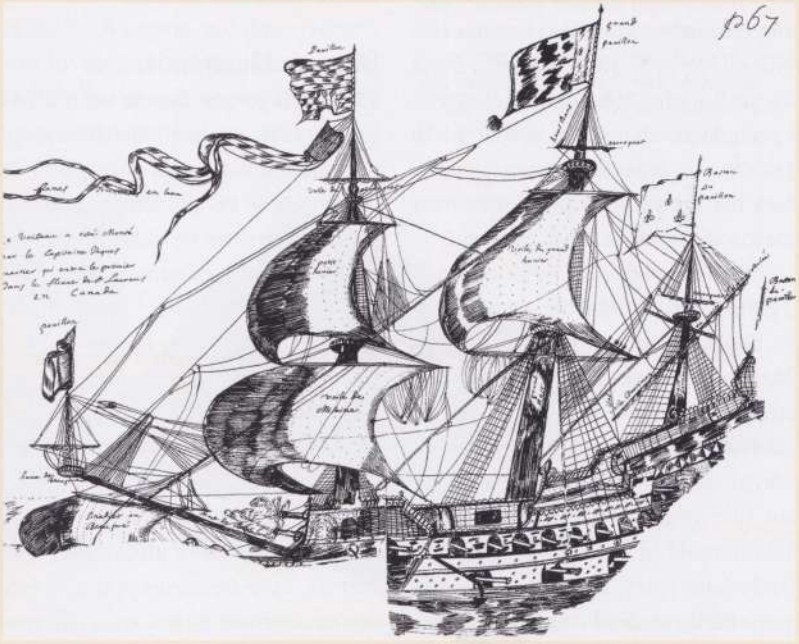
Öte yandan Amerika'nın, Çin ve Hindistan'a gidilebilmesini sağlayan para kaynağı altın haricinde ekili tarlaları açısından da potansiyeli oldukça yüksekti. Doğu'nun aksine, Amerika'da imalat sanayii olmadığı için burada durum farklıydı. Amerika'daki koloniler için daha fazla adam ve mal taşıyabilecek büyüklükte gemilere ihtiyaç vardı.

Doğu'yla olan ticaret bayağı kârlı olduğu için Avrupa'daki çeşitli güçler arasında ticaret yollarının hâkimiyeti uğruna sert çatışmalar yaşanıyordu. 17. yüzyılın en güçlü ulusu Doğu Hindistan'daki baharat ticaretine hâkim olan Felemenklerdi. Felemenkler *fluyt* adı verilen; uzun, dar ve üç direkli bir gemi kullanıyorlardı. Bu gemi güvertenin altındaki ambarda mümkün olduğunca fazla mal taşıyabilmesi için tasarlanmıştı.

Fakat kısa bir süre sonra İngilizler

Jacques Cartier'in gemisi

Fransız kâşif Jacques Cartier (1491-1557) 1534, 1535 ve 1541 yıllarında Kanada'ya üç keşif gezisi düzenledi. Cartier, Saint Lawrence Körfezi'ne yelken açarak Fransız kâşifler için Kuzey Amerika'ya giden yolu açtı. Buradaki, *Rarete des Indes sauvages*'ten alınan *Le Grande Hermine* isimli amiral gemisinin tasviridir. Bu gemi karaklardan geliştirilmiş narin bir deniz taşıtı modeli olan kalyondur. (Fransa; Kâğıt üzerine mürekkep; Bibliotheque Nationale, Paris)



Hindistan'daki ticaret üstünlüğünü kazanabilmek için Fransız ve Portekizlilerle savaşıp bir adım öne geçtiler. İngilizler gemi inşaatına ciddi yatırımlar yaptılar ve bunun sonucunda Doğu Hindistan'a gitmek üzere karaya yanaşmadan çok uzun mesafeler katedebilen devasa, tam armalı ticaret gemilerine sahip oldular. İngilizlerin ticareti sadece İngiliz gemileriyle yapmasını şart koşan yasalar çıkardılar. Bu durum İngiltere'de gemi inşaatında büyük bir canlanmaya yol açtı. Sonuç olarak, 17. yüzyılda İngiliz gemilerinin toplam tük yaşıma kapasitesi iki katına çıktı.

15. yüzyılda başlayan keşif çağı dünya haritasının değişmesine neden oldu. Amerika'nın keşfedilmesinin ardından Mezo-Amerika ve Güney Amerika'daki devletler hızla yok edildi. Aztekler 1521'de fethedildi, İnkalar 1532'de yenilgiye uğratıldı. İstilacılar sayıca az olmalarının yarattığı dezavantajı ortadan kaldırmak için ateşli silahlar kullandılar. Ancak tüm bunların yanında belki de en tahrip edici olay hastalıklardı. Yeni keşfedilen bu kıtanın yerlilerinin Avrupalılarla birlikte gelen mikroplara karşı bağışıklıkları yoktu ve büyük bir kısmı çiçek hastalığı gibi bulaşıcı hastalıklar nedeniyle hayatını kaybetti.

Amerika, Avrupalılara domates (dünyaya İspanyollar tarafından pazarlanmıştır), kırmızıbiber ve en önemlisi İspanyollar Peru'dan getirdikten hemen sonra tüm Avrupa'da ekilmeye başlanıp temel bir gıda maddesine dönüşen patates gibi birçok yeni tarım ürünü verdi. Amerika'dan gelen bir diğer önemli ürün de yakında evrenselleşecek olan mısırdı.

Avrupalılar silah ve gemi inşaatı alanlarında ilerlettikleri teknoloji sayesinde ticaret yolları üzerinde onlardan daha zengin Doğu devletlerine karşı üstünlük sağlayabildiler. Dünyanın iki ucu arasında bir ticaret yolculuğu olarak başlayan bu macera Asya ve Afrika kıtalarında büyük askeri fetihlerin yapılması ve ilerleyen yüzyıllarda Avrupa sömürgelerinin kurulmasıyla sonuçlandı.

Gregoryen Takvimi

1582'de Papa XIII. Gregorius o zamana kadar kullanılan jülyen takviminde büyük bir reform başlattı. Jülyen takviminde bir yıl 365 gün 6 saatti ve her dört yılda bir gerçek mevsimler ile takvim mevsimleri arasında tutarlılık olabilmesi için artık yıllar oluyordu. Buna karşın bir yılın 365 gün 6 saat olarak varsayılmasından ötürü gerçek yıl ve takvim yılı arasında oluşan bu ufak fark her bir yüzyılda bir günlük hata meydana gelmesine sebep oluyordu.

Papa Gregorius'un reformu, MS 325'ten beri 21 Mart'ta gerçekleştiği düşünülen bahar ekinoksunun 11 Mart'a çekilerek düzeltilmesini kapsıyordu. En büyük etki Ekim 1582'de takvimi 10 gün daha ilerleterek yapıldı. Jülyen takvimine göre dörde bölünebilen tüm yıllar artık yıldı. Gregoryen takvimindeki en temel değişiklik, dörde bölünebilen tüm yılların (100'e bölünen yıllar hariç) artık yıl olarak kabul edilmesi, ancak bu kabule dört yüze bölünebilen asırlık yılların da dahil edilmesiydi. İlerleyen yüzyıllarda Avrupa'daki ülkelerin çoğunda kullanıma giren bu takvim günümüzde standart takvim olarak kabul edilmektedir.

Bilim ve Matematik

17. yüzyıl birçok alanda yeniliklerin dönemi oldu. Bu yeniliklerden bazıları doğrudan kullanıma girmiş olsa da matematik ve tıp gibi alanlarda bilgiyi geliştiren keşifler de oldu. Bu dönem, çeşitli alanlarda çalışmalar yapan birçok önemli matematikçi yetiştirdi. İskoç matematikçi John Napier 1614'te ilk logaritma tablosunu yayımladı. Bu tablo trigonometrik bazı değerlerin basitleştirilmiş hesaplamalarını içeriyordu. Fransa'da matematikçiler sayılar kuramı, analitik geometri ve olasılık biliminin temellerini attılar. Pierre de Fermat, René Descartes ve Blaise Pascal bu dönemde birçok konu üzerinde çalışmış üretken matematikçilerdir.

Profesyonel bir hukukçu olan Fermat, modern sayılar kuramının kurucusu olarak bilinir. Diophantos gibi antik Yunan matematikçilerinin çalışmalarından esinlenen Fermat sayılar kuramına önemli katkılarda bulundu. Birçok sonucun ispatını yapmış olsa da en çok, "ispatlanmamış" bir sonuç olan Fermat'nın büyük teoremi ile tanınır. 1995'te ispatlanan bu varsayım, o tarihe kadar en iyi matematikçiler tarafından ispatlanmaya çalıştı.

Fermat'ın çağdaşı Descartes büyük bir filozof ve matematikçiydi. Analitik geometriyi ve daha sonra Isaac Newton ve Gottfried Leibniz'in kalkülüsü icat edebilmek için sıklıkla kullandığı sonsuz küçük teoreminin temellerini attı. Günümüzde grafik çizimlerinde yoğunlukla kullanılan kartezyen koordinat sistemini de Descartes bulmuştur.

Blaise Pascal bir diğer zeki biliminsanı, matematikçi ve filozoftu. Henüz

on dokuz yaşındayken vergi tahsildarı babasına işlerinde yardımcı olması için mekanik bir hesap makinesi geliştirdi. Kumarbaz bir arkadaşının sürekli ondan yardım istemesi üzerine olasılık kuramını buldu! Hidrostatik üzerine çalıştı ve akışkanların önemli bir özelliğini keşfetti.

17. yüzyılda bilim dünyasına damgasını vuran kişi açık ara farkla Isaac Newton'du. 1665'te patlak veren salgın sebebiyle çiftliğinde karantina altına alınan Newton hareketin temel yasaları ve yerçekimi kanunu üzerine çalıştı. *Philosophiae naturalis principia mathematica* [Doğa Felsefesinin Matematik İlkeleri] isimli kitabı binyılın en etkileyici kitaplarından biriydi; kitapta hareket ve yerçekimi kanunları üzerine detaylı açıklamalar yapmış, mekanik biliminin temellerini atmıştı.

Yerçekimi yasası şüphesiz bu dönemin en büyük başarılarından biridir. Newton yerçekimi teorisini kullanarak gezegenlerin ve Dünya'nın yerçekimlerine bağlı hareketlerini açıklayabildi. 1615'te Alman astronom Johannes Kepler gezegenlerin hareketiyle ilgili birtakım yasalar ortaya çıkarmıştı. Ancak Newton, Kepler'in deneyler sonucu ortaya çıkardığı bu kanunları teorik bir çerçeveye oturtan kişiydi. Newton'un modern bilime olan katkısı olağanüstüdür. Deneysel olarak ispatlanması mümkün olan teorilerin matematiksel formüllerinin çıkartılması *Principia*'nın en önemli başarısıdır. Ayrıca optik teorisi üzerine çalıştı, aynalı teleskopu icat etti. Işığın parçacıklardan meydana geldiğini varsayarak bir ışık teorisi öne sürdü, bir renk teorisi de geliştirdi.

Aynı zamanlarda Newton'un çağdaşı Felemenk matematikçi Christiaan Huygens de optik üzerine öncü çalışmalara imza attı. Işığın dalgalar halinde gökyüzünden yayıldığını temel alan bir yansıma kanunu buldu. Saatler o dönemde yön bulma konusunda önemli bir alet olduğu için onların kalitesini artırmakla yakından ilgileniyordu. Keşif çağında isabetli saatlerle boylamların yerini tam olarak bulabilmek denizciler ve tüccarlar için çok önemliydi. 1656'da Huygens oldukça isabetli olan ilk sarkaçlı saatin patentini aldı. 1675'te ilk cep saatinin de patentini aldı; göz mercekleri kullanarak renk sap-

Pascaline

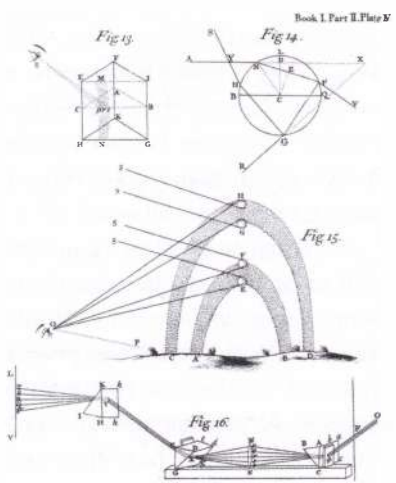
Fransız filozof, doktor ve matematikçi Blaise Pascal, 1642'de vergi tahsildarı babasına aritmetik hesaplarında yardımcı olması için mekanik bir hesap makinesi geliştirdi. Pascaline adıyla anılan bu hesap makinesi, sadece toplama ve çıkarma işlemlerini yapabiliyordu; sayılar metal tekerlerle tuşlanarak giriliyor, sonuç yukarıdaki kutuda beliriyordu. Bu hesap makinesi türünün ikinci örneğiydi; ilk hesap makinesi 1623'te Alman biliminsanı Wilhelm Schickard tarafından icat edilmişti. (Fransa; 1642; Ahşap ve metal; Conservatoire National des Arts et Metiers, Paris)

Isaac Newton

Sör Isaac Newton (1642-1727) çalışmalarıyla bilimsel devrimi doruk noktasına ulaştıran önemli bir figürdü. Optik alanında çığır açan çalışmalar yaptı, mekanik biliminin temellerini attı ve yerçekimi kanunlarını formüle etti. Ayrıca Gottfried Leibniz ile birlikte matematiğin güçlü bir tekniği olan kalkülüsü buldular. Newton'un başyapıtı *Principia*, binyılın en etkileyici kitaplarından biri olarak anılır. (Birleşik Krallık; 1702; tuval üzerine yağlıboya; National Portrait Gallery, Londra)

Newton'un optik fenomeni

Opticks'teki bu şemalar Newton'un ışık ve görünge üzerine yaptığı çalışmalarla ilgilidir. Yandaki şekiller Newton'un dağılım, toplam iç yansıma ve kırılım teorilerini açıklamaktadır. (Londra; 1704)



Newton'un aynalı teleskopu

1660'larda Newton ışığın bileşenleri üzerine birtakım deneyler yaptı ve modern optik teorisini geliştirdi. Işık üzerine yaptığı bu deneyler sayesinde 1668'de aynalı teleskopu icat etti. Mevcut teleskoplarda cam mercekler kullanılıyor, bu nedenle renk sapmaları ve odaklama problemleri meydana geliyordu. Newton mercekler yerine ışığı yansıtan aynalar kullanarak bu sorunu çözdü. Buna benzer bir alet 1660'ların başında İskoç matematikçi James Gregory tarafından da tasarlanmıştı.

malarını düzeltip mevcut mikroskopun tasarımını geliştirdi.

Bu dönemdeki icatlardan bir diğeri de Pierre Vernier tarafından 1631'de icat edilen verniyeli kumpastır. Bu alet denizcilerin sekstant gibi aletlerle çok daha isabetli sonuçlar elde etmelerini sağlıyordu. Ayrıca çok küçük açıları ve mesafeleri ölçebilen bu alet haritacılar tarafından da sıklıkla kullanılıyordu. Verniyeli kumpas daha sonra çeşitli aletler yapan İngiliz William Gascoigne tarafından geliştirildi ve mikrometre icat edildi. Bu alet sayesinde açılar çok daha isabetli bir şekilde saptanabildi, özellikle teleskoplar için çok faydalı oldu.

1643'te İtalyan matematikçi Evangelista Torricelli bir tüp dolusu cıvayla yaptığı barometresiyle ilk defa hava basıncını ölçmeyi başardı. Barometre doğrudan kullanılmasa da biliminsanlarının hava boşluğu üzerine çalışabilmelerinin önünü açtı. Aslında Torricelli'nin cıvalı bir barometre icat etmesi tulumbanın problemlerini göstermeye çalıştığı bir girişimin sonucuydu.

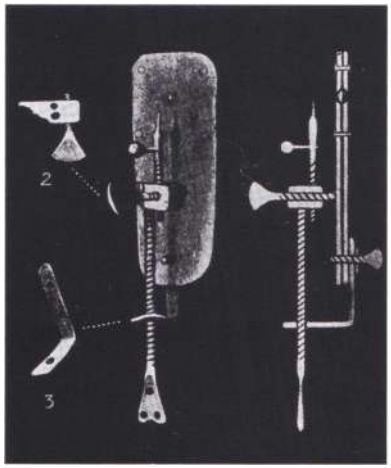
Tıp

Deneyselciliğin etkileri tıp alanında da hissedildi. Leonardo da Vinci gibi erken dönem Rönesans âlimleri anatomiyi anlayabilmek için diseksiyon yapmayı savunmuşlardı. İngiliz bir doktor olan William Harvey, kalbin bir pompa görevi gördüğünü ve kanın vücutta nasıl dolaştığını açıklayan ilk kişiydi. İspanyol doktor Miguel Serveto bunu Harvey'den daha önce yapmıştı fakat işlerinin hiçbiri halka duyurulmamıştı. Elbette Müslüman biliminsanları akci-

ğerler hakkında yüzyıllar öncesinden açıklamalar yapmışlardı.

17. yüzyılın ortalarında Felemenk ticaret adamı Antonie van Leeuwenhoek ilk kez bir sperm hücresi ve bir bakteriyi mikroskopla inceledi. Böylelikle insanların çıplak gözle görebilecekleri yepyeni bir dünya açıldı. Bu keşif ilerleyen yüzyıllarda bilim ve tıp alanında çok önemli gelişmelere ön ayak oldu. Mikroskopun faydası teleskopa oldukça benziyordu; her iki alet de 17. yüzyılda insanların daha önce gözlemleyemedikleri dünyaları görebilmesine yardımcı oldu.

17. yüzyılın sonunda dünya artık modern çağa girmeye hazırdı. Aslında 17. yüzyıl Avrupa'da erken modern çağ olarak adlandırılır. Modern bilim artık Galileo, Fermat, Pascal, Descartes ve Newton'un çalışmalarıyla mesafe kaydediyordu. Dogma ve geleneklerin kademeli bir biçimde bilimsel mantıkla yer değiştirmesi 16. ve 17. yüzyılların temel başarısıdır. Bilimin gelişmesi, sonraki yüzyıllarda Sanayi Devrimi'ne yol açacak teknolojik ilerleme için gerekliydi.



Mikroskop

Antonie van Leeuwenhoek hobi olarak küçük cisimleri incelemek için mercekleri ufalardı. İlk ilkel mikroskopu yapıp onunla bakterileri ve tek hücrelileri incelemeye başladı. İncelemeleri yaşamın bir anda ortaya çıktığını savunan baskın teorinin çürütülmesi için önemliydi. Kullandığı mikroskoplar çok güçlü olmasa da mercekleri oldukça kaliteliydi. Mikroskoplar daha sonra geliştirilip biyologlar tarafından sıkça kullanılmaya başlandı. Bu diyagram Leeuwenhoek'in 17. yüzyılda yaptığı mikroskoplardan birine aittir.

Teleskop

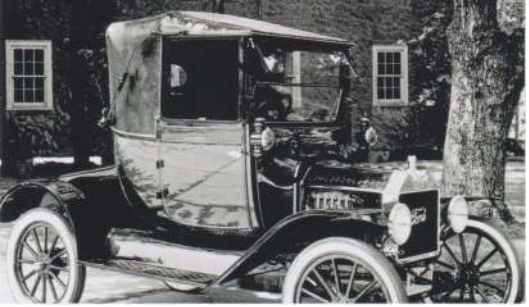
17. yüzyılın başlarında teleskop Felemenk Cumhuriyeti'nde kullanılmaya başladı. Tüplerin içine bir dizi merceği yerleştirip teleskopu ilk bulan kişi tam olarak bilinmese de Hollandalı mercek üreticisi Hans Lippershey'in bu icada katkısı su götürmez. Birkaç yıl içinde bu ilginç alet tüm Avrupa'yı dolaştı. Venedik'te yaşayan İtalyan biliminsanı Galileo Galilei çok uzakta olan cisimleri görmeye yarayan bu aletten haberdar oldu ve ivedilikle bu icadın önemini anlayarak onu geliştirmeye koyuldu. Kısa bir süre sonra geliştirdiği teleskop Venedikli tüccarlar tarafından karaya doğru gelen gemilerin yerini saptamada kullanılmaya başladı.

Galileo teleskopu geliştirmeye ve gökyüzünü incelerken kullanmaya devam etti. Bu alet yardımıyla Jüpiter'in dört büyük uydusu İo, Ganymedes, Europa ve Kallisto'yu keşfetti. Bu gezegenlerin Jüpiter'in etrafındaki hareketleri onun jeosantrik teoriyi terk edip Kopernik'in güneş merkezli teorisini kabul etmesini sağladı. Galileo teleskopuyla Venüs'ün evrelerini, Satürn'ün halkalarını ve hatta güneşin lekelerini bile gözlemledi.

Teleskop 17. yüzyılda gökyüzünün gözlemlenmesinde önemli bir rol oynadı. Christiaan Huygens yüzyılın ortalarına doğru Satürn'ün halkalarını incelemek üzere gelişmiş bir teleskop kullandı. Ayrıca Orion Bulutsusu'nun tek bir gökcismi değil bir yıldız kümesi olduğunu da keşfetti.

Galilei teleskopu

1609'da İtalyan biliminsanı Galileo Galilei astronomik gözlemler yapabilmek için ilk 20 kat kırılmalı teleskopu geliştirdi. Teleskop daha önce icat edilmişti fakat Galileo onu geliştirip düzgün bir görüntü elde edebilecek hale getirdi. Bu aleti Ay'ın yüzeyini gözlemlemek için kullandı; ayrıca 1610'da Jüpiter'in uydularını keşfetti.



MODERN ÇAĞ

ÜRETİM VE TEKNOLOJİ (1700-1914)

Ford, T modeli

Ford Motor Company, 1 Ekim 1908'de otomobil endüstrisinde bir devrim yaratan T modelini piyasaya sürdü. Amerika'nın "sıradan insanların arabası" T modeli, kolay ve ucuz bir şekilde alınıp tamir edilebiliyordu. Ford, montaj hattı ve satıcı bayi sistemi gibi yeniliklerle otomobil endüstrisini modernleştirmiştir. 1927 yılında T modelinin üretimi durduğunda, Amerika'da on beş milyon araba üretilmiş, araba sahibi Amerikalı sayısı sekiz milyondan yirmi üç milyona çıkmıştı.

DÜNYANIN DEĞİŞEN YÜZÜ

17. yüzyıl özellikle bilim alanında birçok yeniliğin yaşandığı bir dönemdi. Ancak bu yeni fikir ve teorilerin teknoloji üzerindeki etkisi bir dizi sebepten ötürü kısıtlıydı. Bu dönem Galilei ve Newton gibi bazı bilim devlerini görmüş olsa da genel eğitim sistemi yenilikleri teşvik etmediği için teorik fikirler ve pratik uygulamalar arasında bir uçurum oluştu.

Bu durum 18 ve 19. yüzyıllarda yeni teknolojilerin gelişmesiyle hızla değişti. 18. yüzyılın sonlarına doğru İngiltere'de başlayan Sanayi Devrimi, üretim sürecini önemli ölçüde değiştirdi.

Sanayi Devrimi dışında 18. yüzyılda Avrupa'nın ve dolayısıyla dünyanın sosyo-politik yapısında yoğun bir değişim yaşandı. 1707'de İngiltere ve İskoçya parlamentolarından Birleşme Yasaları geçti, böylece İngiltere ve İskoçya krallıkları Büyük Britanya Krallığı adı altında birleşti. 18. yüzyılın başlarında İspanya Veraset Savaşı başladı; on yıldan fazla süren savaşın sonunda Fransa'nın Avrupa üzerindeki gücü azaldı. Prusya'da Büyük Friedrich iktidara geldi ve yarım yüzyıl boyunca ülkeyi yönetti. Onun yönetimi altında devlet hizmetlerinde modernleşmeye gidildi ve dini hoşgörü arttı. Bu yüzyılın sonuna gelindiğinde bir dizi olayın neticesinde Fransız İhtilali gerçekleşti. Fransız İhtilali'nin hem Avrupa hem de dünya politikalarında derin etkileri oldu.

Dünyanın diğer ucundaysa Hindistan Yarımadası'nda Babürlerin sonuncusu olan Evrengzib 1707'de öldü ve birleştirici merkezi güç zayıflamaya başladı. Böylelikle Britanyalı Doğu Hindistan Kumpanyası, özellikle 1757 Plassey Muharebesi'nden sonra Hindistan'da iki yüzyıllık Britanya hükümdarlığının da başlamasıyla, varlığını sağlamlaştırmayı başardı. 18. yüzyılın sonlarına doğru yeni bir kıta olan Avustralya'da, Britanyalılar mahkûmların gönderildiği bir koloni kurdu. Böylelikle Antarktika dışında tüm dünya Avrupalılar tarafından keşfedilip haritalandı.

Yenidünya'da Amerikan Bağımsızlık Savaşı sonucunda 1776'da Amerikan kolonileri İngiltere'den bağımsızlığını kazandı. Hayatın önemini, özgürlüğü ve mutluluğu vurgulayan Amerikan Bağımsızlık Bildirisi, ilan edildiği sene yürürlüğe girdi. Bu özerklik mücadelesi ve Bağımsızlık Bildirisi tüm dünyadaki politik akımların ilham kaynağı oldu.

SANAYİ DEVRİMİ

18. yüzyılda Avrupa'da birçok değişiklik yaşanıyordu. Ortak Roma

hukukunun yanı sıra ortak bir hukuk ve diplomasi dilinin (Latince) kabul edilmesiyle desteklenen bir Avrupalı kimliği olgusu ortaya çıktı. Bilim alanında birçok yeniliğiyle Rönesans, Avrupa'nın elit tabakasında yeni ufuklar açtı. Hızla gelişen matbaa, radikal fikirlerin Avrupa'nın her yerine yayılmasına yardımcı oldu.

Bu dönem Avrupa'da, eski ve köklü fikirlerin sorgulandığı, insan aklına olan inancın günbegün arttığı Aydınlanma Çağı'ydı. Kökleri Rönesans hümanizmine dayanan entelektüel hareket 17. yüzyılın sonları ve 18. yüzyılda Avrupa'nın adeta ayağını yerden kesti. Gözleme ve deneye dayalı yeni bilimsel metotlar Galilei ve Newton gibi biliminsanları tarafından doğayı anlamak için kullanıldı. Birçok

1701-1714: İspanya Veraset Savaşı, 1713'te Utrecht Antlaşması'yla sonlandı, bu antlaşmayla birlikte Philippe İspanya kralı olarak tanındı. Ayrıca bu anlaşmayla İngilizlere otuz yıl boyunca Amerika'da köle ticareti yapma hakkı tanındı.

1707: İngiltere ve İskoçya'yı birleştiren Birleşme Yasaları parlamentolardan geçti.

1715: Jacobusçuların ilk isyanı.

1722: İran'da iki yüzyıldır süren Safevi Hanedanlığı sona erdi ve Afgan orduları İsfahan'ı yağmaladı.

1740: Büyük Friedrich Prusya hükümdarı oldu.

1756-63: Çeşitli Avrupalı güçler arasında Yedi Yıl Savaşı yapıldı.

1757: Britanyalılar Hindistan'da yapılan Plassey Muharebesi'ni kazanarak Bengal'de kontrolü ele geçirdiler.

1762: Rousseau, vatandaşlık haklarının temel felsefesini anlatan *Toplum Sözleşmesi*'ni yayımladı. Kitap Amerikan ve Fransız Devrimlerinin ardında yatan fikirleri şekillendirmede etkili oldu.

1773: Boston Çay Partisi. Amerikalı vatanseverler bir Britanya kargo gemisininin mallarını denize dökerek ticarette Britanya kontrolüne karşı ayaklanma başlattılar.

1775-83: Amerikan Bağımsızlık Savaşı.

1776: Adam Smith kapitalizmin ideolojik temeli olan kitabı *Ulusların Zenginliği*'ni yayımladı.

1780: Sanayi Devrimi Britanya'da başladı.

1778: Avustralya'da ilk Avrupalı yerleşim yeri kuruldu.

1789-99: Fransız İhtilali, XVI. Louis ve Marie-Antoinette rejimini devirdi. İhtilalle birlikte terör dönemi patlak verdi ve birkaç yıl süren bir cumhuriyet kuruldu. İnsan ve Yurttaş Hakları Bildirisi Fransız anayasasının önsözü oldu. En sonunda da Napoléon Bonaparte 1804'te hükümdarlığını ilan etti.

1792-1808: Britanya, Amerika ve Fransa köle ticaretini yasaklayan yasalar çıkarttı.

1801: Büyük Britanya ve İrlanda Krallığı birleşerek Birleşik Krallık oldu.

1803: Fransızlar Kuzey Amerika'da hak iddia ettikleri toprakları *Louisiana Alımı* ile sattı.

1810-1825: Simón Bolívar Latin Amerika'yı İspanya'dan ayırmak için İspanya'ya savaş açtı.

1815: Napoléon, Waterloo Muharebesi'nde yenildi. Britanyalılar dünyaya hükmeden güç haline geldi.

1840: İlk posta pulu olan *Penny Black* Britanya'da kullanıma girdi.

1842: Çin, Afyon Savaşları'nı kaybederek ağır şartları olan Nanjing Antlaşması'nı imzaladı. Bu anlaşmayla Çin yabancı tüccarlara sınırsız imtiyazlar sağladı ve Hong Kong'u İngiltere'ye verdi.

1846-48: ABD Meksika'ya savaş açtı. Meksika, toprağının

1840'ta kullanıma giren ilk posta pulu Penny Black

neredeyse yarısını ABD'ye vermek zorunda kaldı.

1848: Karl Marx ve Engels sosyalizm çağrısı yapan *Komünist Manifesto*'yu yazdı.

1851: Kristal Saray'da gerçekleşen 1. Dünya Sergisi'yle Britanya endüstri, ekonomi ve teknoloji alanındaki gücünü dünyaya gösterdi.

1854: Japonya, Matthew C. Perry'nin Amerika'nın denizcilik alanındaki hünerlerini göstermesinin ardından yabancı ülkelerle ticaret yapmaya başladı.

1857: Doğu Hindistan Kumpanyası'ndaki sepoylar isyan etti. Britanyalılar isyanı bastırsalar da şirketin yönetimi krallığa bağlandı.

1858-69: Akdeniz'den Süveyş Körfezi'ne uzanan Süveyş Kanalı inşa edildi. Kanal sayesinde Avrupa ile Doğu arasındaki yolculuk süresi ciddi ölçüde azaldı.

1860-61: ABD'de Abraham Lincoln'ün başkan seçilmesinin ardından güney eyaletleri Amerika'dan ayrıldı.

1884: O boylamındaki başlangıç meridyeni Greenwich Gözlemevi olarak kabul edildi.

1889: Japonya, politik reform adına önemli bir adım olan Meici Anayasası'nı yürürlüğe koydu.

1896: Olimpiyat Oyunları Yunanistan, Atina'da tekrar düzenlenmeye başladı.

1904-05: Rusya ve Japonya, zengin kaynakları nedeniyle Mançurya ve Kore bölgelerinin kontrolünü ele geçirmek için Rus-Japon Savaşı'nı yaptı.

1905: Çarlık Rusyası'nın askerleri işçileri katledince 1905'teki Rus İhtilali'ni tetikledi.

1910: Dört koloni birleşerek Güney Afrika Birliği'ni kurdu ve bölgede, diğer beyaz azınlıklarla beraber politik üstünlüğü sağladı.

1914: Avusturya arşidükü Franz Ferdinand'a suikast düzenlendi. Birinci Dünya Savaşı başladı.

Jethro Tull'un tohumekeri

18. yüzyıl İngilteresi'nde insan gücü pahalı olduğu için İngiliz çiftçi Jethro Tull 1701'de tarımda makineleşmenin öncülerinden biri olan tohumekeri icat etti. Toprağı önce kazan, sonra içine aynı anda üç sıra tohum yerleştirip üzerini toprakla örten bu makine, tohumların filizlenmesini ve dolayısıyla mahsul verimini artırdı. Tull ayrıca yabani otları temizlemeye ve toprağı karıştırmaya yarayan, atla çekilen bir çapa geliştirdi. Bu erken buluşlar tarımın modernleşmesinde atılan önemli adımlardı.

şeyin cevabı doğada aranmaya başladı. Matematik ve bilimsel metodolojinin felsefe üzerinde de etkileri oldu; bu etkiler Fransa'da Descartes'ın yeni fikirleriyle doruğa çıktı. Kartezyen öğretilerin etkisi oldukça güçlü olduğundan kısa süre sonra Avrupa'da baskın düşünce sistemi rasyonalizm oldu. Avrupa'da Voltaire, Baron Montesquieu, Immanuel Kant, John Locke ve David Hume; Amerika'da Benjamin Franklin ve Thomas Jefferson Aydınlanma Çağı'nın önemli figürlerindendi.

Ekonomik yapı da hızla değişiyordu. Kolonilerle ticaret kadar Yenidünya'nın muhteşem zenginlikleri de toplumun refah düzeyine önemli katkılarda bulundu. Doğu Hindistan Kumpanyası gibi kolonilerden meydana gelen büyük merkezler, 18. yüzyılda yapılan yatırımlarda önemli rol oynadılar. Artan refah düzeyine karşın iletişim kadar eğitim sistemi de ilkel seviyede kalmıştı, klasik bilginin önemi halen vurgulansa da eleştirel bir bakış açısı teşvik edilmiyordu.

Ticaret sayesinde zenginleşmiş bir tüccar sınıfı vardı. Yerel üretimle pazar için mallar hâlâ her evde üretiliyor olsa da üretim hızla yükselişe geçti, fakat Avrupa'da tüketim de gitgide artıyordu.

Tarım

Britanya'da 18. yüzyılın sonlarına doğru başlayan Sanayi Devrimi farklı alanlarda eşi benzeri görülmemiş bir ekonomik değişimi beraberinde getirdi. 18. yüzyıl boyunca Avrupa'da nüfus önemli ölçüde arttı. Bir önceki yüzyılda küçük çaplı bir buz çağına bağlı olarak tarım üretimindeki kayıplar nedeniyle nüfus azalmıştı. Bunun yanı sıra tüberküloz, kızamık ve tifo gibi salgın hastalıklar düzgün beslenemeyen ve sefalet içinde yaşayan toplumda büyük oranda ölümlere sebep olmuştu. Avrupa'nın birçok yerinde yapılan savaşlar ve veba sebebiyle de nüfusun büyük kısmı yok olmuştu. 18. yüzyılda yeni tarım ürünlerinin ve teknolojilerinin tarımsal verimi artırmasıyla birlikte bu durum değişti. Bu dönemde, eski usul ve metotlara göre ilerleyen tıp ve eczacılık alanında hiçbir gelişme yaşanmamasına rağmen şans eseri salgın hastalıklar da azalmıştı.

Tarım 17. ve 18. yüzyıllarda birçok değişim gördü. Yeni tarım aletleri ile tarım ve hayvancılık üzerine yapılan bilimsel çalışmalar sayesinde çiftçilik sürecinin işleyişi çok daha iyi kavrandı. Bu değişimler sonucunda tarımda verimlilik arttı ve artan nüfusun ihtiyacını karşılamak mümkün oldu.

Avrupa ve Britanya'da bir Hollandalı icadı olan Roterham'ın üçgen sabanı kullanılmaya başladı. 1701'de hukukçuluğu bırakıp çiftçiliğe başlayan Jethro Tull ziraat teknolojisine önemli

McCormick biçerdöver

Hasat zamanında işgücü eksikliği hasat etme teknolojilerinin gelişmesini sağladı. Amerikalı mucit Cyrus Hall McCormick, 1834'te atla çekilen bir biçerdöverin patentini aldı. 1851'de Londra'da yapılan 1. Dünya Sergisi'nde sergilenen bu biçerdöver kısa sürede yaygınlaştı ve özellikle Amerika'nın orta batısındaki büyük çiftliklerde kullanıldı. Fotoğrafta bir çiftçi McCormick biçerdöver kullanarak buğday hasat ediyor.

katkılarda bulundu. At gücüyle çalışan, yabani otları temizleyen ve toprağı ufalayarak toprağın hava almasını ve nemin köklere inebilmesini sağlayan bir çapa tasarladı. Ayrıca tohumları bir sıra halinde eken ve böylelikle toprağın nadasa bırakılmasına ihtiyaç duyulmayan bir tohumeker de icat etti. Dönerek çalışan tasarımı daha sonra birçok alanda kullanıldı.

İngiliz mucit Robert Ransome, 1785'te dökme demirden; 1803'te ise kendi kendini bileyen bir saban demiri tasarladı. Dökme demir sabanlar Amerikan bozkırlarının koyu ve ağır toprakları hariç her toprak tipi için uygundu. Illinoisli bir demirci olan John Deere 1837'de çelikten bir saban yaptı. Bu alet, daha az hayvanla çekildiği ve ağır toprakları işleyebildiği için tarım alanında büyük bir gelişmeydi. 18. yüzyılda icat edilen bir diğer alet de sulak arazilerin suyunu süzebilen drenaj pulluğuydu.

Hasat, sezonluk bir faaliyete dönüştükten sonra her sezon çalışacak yerli işçi bulmak bir sorun haline geldi. 1784'te İskoç makine mühendisi Andrew Meikle, tahıl sapından otomatik olarak ayırabilen bir harman makinesi geliştirdi. 1831'de Amerikalı mucit Cyrus Hall McCormick, tasarımı daha sonra birçok makinede kullanılacak ilk otomatik biçerdöveri yaptı. Aynı dönemde başka bir Amerikalı mucit Hiram Moore, ilk çok işlevli hasat makinesinin patentini aldı. Bu makine hayvan gücüyle çalışıyordu ve hasat sezonunda işçi bulmakta zorlanılan yerlerde çokça kullanılıyordu.

Tarımdaki bir diğer önemli gelişme buhar gücünün kullanıma girmesiydi. Birçok denemenin ardından 1860'larda ilk kullanılabilir buhar gücüyle çalışan saban geliştirildi ve özellikle toprak arazilerinin büyük olduğu yerlerde hayli popüler oldu. Bu dönemde buharlı çekme traktörüyle beraber çalışan birçok araç da piyasaya sürüldü. Tarım alanında buhar doğrudan çiftçilikten ziyade tarım mahsullerinin taşınmasında oldukça etkiliydi. Uzak yerlerdeki tahıl ve besi hayvanı

Buharlı çekme araba

1769'da Nicolas Cugnot ilk çekme arabasını piyasaya sundu. Bu tasarım 1850'lerde modernleştirildi. Bu makine ağır yükler taşıyabilmesi ya da tarlada kullanılabilmesi için tekerlekli tasarlanmıştı, buhar gücüyle çalışıyordu. Çok ağır olduğundan yavaş hareket ediyor, kolay manevra yapamıyordu. Genellikle tarım araçlarını hareket ettirmekte kullanılan bu taşıt eğer koşullar uygunsa tarlayı sürmede de işe yarıyordu. Bu fotoğrafta tarlada çalışmakta olan bir çekme arabası görülüyor.

pazarları artık erişilebilirdi. Büyükbaş hayvancılığı Amerika'da prestijli bir iş olarak görülmeye başladı. Trenler ve buharlı gemiler düzenli olarak pazara mahsul taşıyordu. Önce buhar gücüyle daha sonra da içten yanmalı motorlarla çalışan traktör, icadından bu yana tarımsal üretimin belkemiğidir.

Bu dönemde tarımsal verimin artmasında gübre de büyük rol oynadı. Daha önce kimyasal gübre olarak güherçile kullanılıyordu fakat Şili'den sodyum nitrat, Peru'dan martı gübresi gibi farklı gübreler de büyük miktarlarda ithal edilmeye başladı. 1842'de İngiliz tarım uzmanı John Lawes, toz haline getirilmiş fosfatın sülfürik asitle karıştırılmasıyla yapılan sentetik süperfosfat üretiminin patentini aldı. Böylelikle maden mineralleri ve hayvansal atıklardan yapılan gübre devri kapandı, sentetik gübre dönemi başladı.

Toprağı nitrojen (toprak için önemli bir mineral) açısından besleyen gübrelerin birçoğu yeraltından çıkarılıyordu çünkü nitrojenli gübrelerin yapımında kullanılan amonyak kolay üretilemiyordu. 1908'de Alman kimyager Fritz Haber, havadaki nitrojeni ve hidrojeni kullanarak amonyak sentezlemenin bir yolunu buldu. İlk defa nitrojenli gübreler üretilebiliyordu, sonradan bunun ne kadar önemli olduğu da anlaşıldı. Amonyağın savaş malzemeleri yapımında da kullanılabileceği keşfedildi, bunun önemi de Birinci Dünya Savaşı'nda anlaşılacaktı.

Bu dönemde tarım alanındaki bir başka başarı Yenidünya'dan gelen yeni tarım ürünlerinin ekilip biçilmeye başlamasıydı. Mısır, tütün, patates ve kakao Amerika'dan gelen önemli tarım ürünlerinin bazılarıydı. Patates ve mısırın ne kadar önemli olduğu sonradan anlaşıldı. İrlanda'nın ithal etmeye başladığı patates İrlandalılar için temel bir besin maddesine dönüştü, kısa bir süre içinde de tüm Avrupa'da oldukça popüler hale geldi. Benzer bir şekilde mısır da özellikle Güney

Avrupalı çiftçiler tarafından hemen benimsendi.

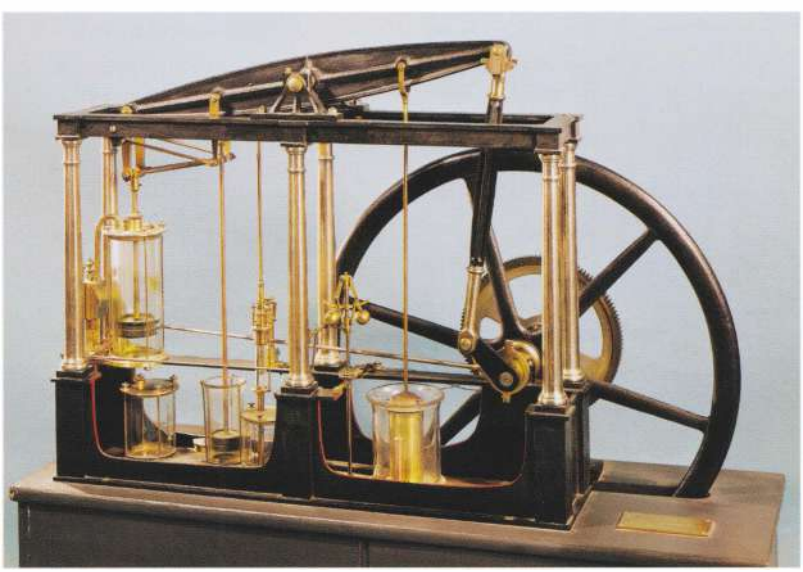
Son olarak, tarımın büyümesinde önemli olan başka bir faktör de bu alanda bilimsel çalışmalar yapılması ve ziraat biliminin öğretilmeye başlamasıydı. 19. yüzyılın ortalarında İngiltere, İskoçya, Fransa ve Almanya üniversitelerinde ziraat bölümleri açıldı. 1862'de ABD'de tarımsal araştırmalara büyük katkıda bulunacak Tarım Bakanlığı kuruldu.

Buhar Gücü

18. yüzyılın tartışmasız en önemli gelişmesi buhar gücünün kullanılmasıydı. Bu teknoloji Sanayi Devrimi'nin kıvılcımını çakmış; ulaşımda devrim yaratmasının yanı sıra tekstil ve madencilik gibi endüstrilerde de makineleşmeyi başlatmıştı. Bu teknolojinin temeli 17. yüzyılda biliminsanlarının hava basıncı, hava boşluğu ve ısı üzerine yaptıkları çalışmalara dayanıyordu. Bu biliminsanları arasında 1650'lerde hava boşluğu pompası üreten İngiliz kimyager Robert Boyle ve Alman biliminsanı Otto von Guericke vardı.

Ancak bu teknolojinin keşfinde, kömür madenlerinden su çıkarılmasında atları kullanmak yerine daha ucuz bir işgücü arayışına çıkan Britanyalı mühendis Thomas Newcomen'ın imzası vardır. 1712'de ilk ticari anlamda kullanılabilir buharlı makineyi icat edene dek birçok tasarım üzerinde deney yapmıştı. Bu makine buharın yoğuşmasından doğan kısmi hava boşluğunu pistonları hareket ettirmede kullanıyordu. Piston, madenin içindeki pompa koluna tutturulan bir başka çubuğa bağlıydı. Motor çok yeterli değilse de yakınlarında yakıt olan kömür madenlerinde çok kullanışlı olmuştu. Birkaç yıl içinde Newcomen'ın makinesi Britanya'daki kömür madenlerinde yaygınlaşmaya başladı.

Endüstri ve madencilikte rüzgâr ve su gücüne ek olarak yeni bir güç kaynağının potansiyeli keşfedildiğinde kısa bir süre içinde buharlı makinelerin



Watt buhar makinesi

İskoç mühendis ve mucit James Watt buhar makinesini geliştirip farklı alanlarda kullanılabilecek hale getirdi. James Watt 1769'da ilk defa 1712'de kömür madenlerinden su çıkarmak için kullanılan Newcomen'ın hava motoruyla beraber kullanılacak bir ayrılmış yoğuşturucunun patentini aldı. Bu yoğuşturucu, makinenin enerji tüketimini düşürdüğü için oldukça ekonomikti. Watt daha sonra bu tasarımı geliştirdi. 1800'lere gelindiğinde Watt ve partneri Matthew Boulton beş yüzden fazla makine satmayı başarmıştı. Buradaki 1781 model Watt buhar makinesinin bir reprodüksiyonudur. (Fransa; 1781; Bakır ve cam; Conservotoire National des Arts et Metiers, Paris)

TEKNOLOJİNİN ZAMAN TÜNELİ

1701: İngiliz ziraatçı Jethro Tull tarafından tohumekerin icadı.

1712: Baptist bir papaz ve nalbur olan Thomas Newcomen, var olan tasarımın üzerinde çalışarak ilk buharlı ısı motorunu yaptı.

1714: Alman biliminsanı Fahrenheit termometrede cıva kullandı. Fahrenheit ayrıca sıcaklığı ölçmeye yarayan ilk ölçekli aleti de geliştirdi.

1737: İngiliz marangoz John Harrison ilk deniz kronometresini icat etti.

1752: Amerikalı biliminsanı ve devlet adamı Benjamin Franklin paratoneri icat etti.

1764: James Hargreaves, çok bobinli bir sarma makinesi olan iğ makinesini icat etti.

1765: İlk pratik buharlı makine James Watt tarafından geliştirildi.

1783: İlk sıcak hava balonu uçuşu, Montgolfier Kardeşler tarafından Fransa'da gerçekleştirildi.

1784: Edmund Cartwright ilk mekanik dokuma tezgâhını yaptı.

1793: Amerikalı mucit Eli Whitney, pamuk liflerini tohumdan ayıran basit bir alet olan çırçır makinesini icat etti.

1796: Edward Jenner ölümcül çiçek hastalığına karşı ilk aşı uygulamasını yaptı.

1801: Fransız ipek dokumacısı Joseph M. Jacquard, oldukça girift desenleri delikli kart kullanarak dokuyabilen jakar dokuma tezgâhını icat etti. Bu fikir daha sonra Babbage tarafından analitik makine yapımında kullanıldı.

1804: İlk buharlı lokomotif İngiliz mucit R. Trevithick tarafından yapıldı.

1816: İngiliz kimyager Humphry Davy madenci fenerini icat etti. Fransız doktor R.T.H. Laennec stetoskopu icat etti.

1821: Michael Faraday, manyetik alanda akım taşıyan kondüktörün gücünden faydalanarak ilk elektrik motorunu icat etti.

1824: İngiliz çimento üreticisi Joseph Aspidin, Portland çimentosunun patentini aldı.

1831: Faraday elektromanyetik indüksiyonu keşfettikten sonra bunu kullanarak ilk elektrik jeneratörünü yaptı. Amerikalı mucit Cyrus Hall McCormick otomatik biçerdöveri icat etti.

1834: Görme engelli bir Fransız olan Louis Braille, görme sıkıntısı yaşayan insanların okuma ve yazmasını mümkün kılan Braille sistemini geliştirdi. Hiram Moore ilk çok işlevli hasat makinesini yaptı.

1837: John Deere çelik sabanı icat etti. Samuel Morse elektromanyetik telgrafın patentini aldı.

1839: Charles Goodyear kauçuğun sülfürle sertleştirilebileceğini keşfetti ve doğal kauçuğu daha sert, kimyasallara karşı daha dayanıklı hale getirdi.

1842: İngiliz ziraatçı J. Lawes, sülfürik asitten süperfosfat yapımının patentini aldı.

1856: İngiliz Henry Bessemer, çeliğin daha ucuza ve daha büyük miktarlarda üretilmesini sağlayan Bessemer işlemini buldu. Charles Parker, ileriki zamanlarda fotoğraf filmlerinin yapımında çokça kullanılacak yeni bir madde keşfetti: selüloz.

1860: Jean Joseph Lenoir havagazıyla çalışan bir içten yanmalı motor yaptı.

1862: Fransız kimyager Louis Pasteur, sütün mayalanmasını önleyen pastörizasyon işlemini keşfetti.

1865: John Lister yaralar üzerinde antiseptik olarak fenik asit kullandı.

1867: İsveçli mucit Alfred Nobel dinamiti icat etti. Amerikalı Christopher Sholes daktiloyu icat etti.

1876: Nikolaus Otto ilk dört zamanlı içten yanmalı motoru geliştirdi. Alexander Graham Bell telefonun patentini aldı.

1877: Thomas Alva Edison insan sesini kaydedip tekrar dinlemeye yarayan gramofonu icat etti.

1879: Edison ilk dayanıklı akkor telli ampulü geliştirdi.

1880: George Eastman fotoğraf çekmek için kullanılan kuru diskin patentini aldı.

1884: Gottlieb Daimler ve Wilhelm Maybach, yüksek hızlı ve benzin yakan bir dört zamanlı içten yanmalı motor geliştirdi. Lewis Waterman ilk dolmakalemi yaptı.

1885: Daimler ilk gaz motorlu motosikleti yaptı.

1888: John Boyd Dunlop, ilk havalı lastiği geliştirdi. Heinrich Hertz radyo dalgalarının varlığını ispat etti.

1895: Auguste ve Louis Lumiere, ilk projeksiyonlu sinema filminin gösterimini yaptılar.

1895: Wilhelm Röntgen, x ışınlarının varlığını keşfetti ve eşinin elinin X-ray fotoğrafını çekti.

1901: İtalyan mucit Guglielmo Marconi Atlantik üzerinden ilk radyo mesajını yayınladı.

1901: Hubert Booth elektrik süpürgesini icat etti.

1903: Wright Kardeşler ilk kez havadan ağır bir makineyi uçurdu.

Edison'un silindirik plak kutularından oluşan gramofonu

1904: John Fleming termiyonik vakum tüp diyodunu icat etti. John Holt tarımda kullanılmak üzere ilk traktörü yaptı.

1906: Lee de Forest triyot lambayı geliştirip yükselteç olarak kullanılabilir hale getirdi.

1910: Georges Claude ilk neon lambayı yaptı.

tasarımında birçok gelişme kaydedildi. 1765'te Newcomen'ın motoruna İskoç mucit James Watt tarafından büyük bir yenilik getirildi. Watt yoğuşma kazanını makineden ayırarak ısıtma ve soğutma işlemlerinin ayrı ayrı yapılabilmesini sağladı. Böylelikle pistonların bulunduğu silindir sıcakken yoğuşma kazanı soğuk kalabiliyordu. Bu sayede Newcomen'ın makinesinde yakıt verimliliği artırıldı. Watt ayrıca Newcomen'ın moturundaki sadece aşağı yukarı hareket eden dönen mile bir ek yaparak hareketini daha yumuşak ve devirli yapmasını sağladı. Erken dönem motorlar yanızca maden ocaklarından su çıkarmak için kullanılsa da bu döner pistonlu motor çok farklı makinelerde kullanılabilirdi; ilk defa 1783'te bir tekstil fabrikasında kullanıldı.

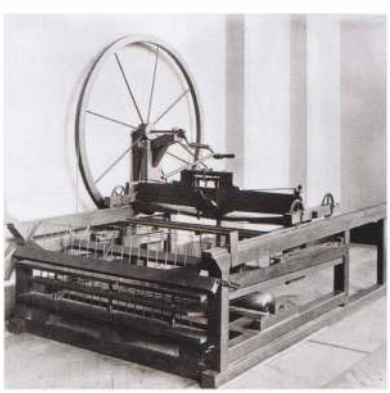
Tekstil

18. yüzyılın sonlarında patenti Watt'ın tekelinde olduğu için hayli popüler olan Watt buhar makinesi, üretim alanında ilk kez bir pamuk fabrikasında kullanıldı. Öğütme işleminde kullanılan makine, böylelikle yüzyıllardır kullanılan su gücünün yerini aldı.

Küçük atölyelerde yapılan pamuk üretiminin makineleşmeyle birlikte büyük ölçekli fabrikalara taşınması Sanayi Devrimi'ne damgasını vuran olaylardan biriydi. Buhar gücünün kullanıma girmesi üretim ölçeğinin büyümesinde oldukça etkili oldu. Ancak bundan önce de tekstil endüstrisinde birçok yenilik yaşanmıştı. Dokuma tezgâhında makineleşmenin ilk adımı 1733'te John Kay'in atkı mekiği geliştirmesiyle atıldı. Bu sayede daha genişlikli ve hızlı kumaş dokunabildi. O zamana dek dokunacak kumaşın genişliği dokuma tezgâhıyla kısıtlıydı. Atkı mekiği sayesinde dokunan kumaşın genişliği ve hızı gözle görülür biçimde arttı.

1738'de Lewis Paul ve John Wyatt çift makarayla ipi geren ve ipe kalınlık vermeye yarayan makaralı eğirme makinesi ve fitil makarasını icat etti. Bu icatlar sayesinde Richard Arkwright daha sonra iplik çerçeve makinesini geliştirdi. 1748'de Lewis Paul yün fabrikaları için ürettiği kol kuvvetiyle çalışan çırçır makinesini piyasaya sürdü. Bu dönemde ayrıca Watt'ın buhar makinesinin tasarımı son şeklini aldı ve tekstil sektöründe kullanıma girdi.

Bir sonraki önemli gelişme, 1764'te İngiliz bir ip eğiricisi ve marangoz



İğ makinesi

İngiliz marangoz ve ip eğiricisi James Hargreaves, ilk iğ makinesini 1764'te yaptı. Temelde çok bobinli bir çıkrıktan oluşan bu makine, tek bir bobinle birden fazla iplik eğrilmesini sağlıyordu. Sarma çubuğu ve hareketli tezgâhıyla iğ makinesi, tekstil endüstrisindeki verimliliği çarpıcı bir biçimde artırdı.

Çırçır makinesi

1794'te Amerikalı mucit Eli Whitney, pamuk lifini çekirdekten ayırma işlemini otomatik olarak yapan çırçır makinesinin patentini aldı. Oldukça basit bir çalışma mantığı olan bu alet bir tel kafesin üzerindeki küçük kancalar sayesinde pamuğu tohumundan ayırıyordu. Bu alet pamuk fabrikalarındaki verimliliği inanılmaz derecede artırdı; sayesinde bir günde yaklaşık 25 kilogram pamuk üretilebiliyordu. Nihayetinde Whitney'in çırçır makinesi Güney Amerika'da hayli popülerleşti. Fotoğrafta görülen Whitney'in 1955 model çırçır makinesidir.

olan James Hargreaves'in iplik eğirme makinesini icat etmesiydi. Bu alet bir kişinin tek başına çok daha fazla iplik üretebilmesini sağlıyordu. Arkwright'ın su çarkıyla çalışan iplik çerçeve makinesi de eklenince üretim verimliliği oldukça arttı. 1784'te Edmund Cartwright mekanik dokuma tezgâhını geliştirdi. Güç kaynağı su olsa da bu alet makineleşmenin ilk örneğiydi. Daha sonra mekanik dokuma tezgâhları buhar gücüyle çalıştırıldı ve Manchester'da dev bir tekstil endüstrisi kuruldu.

Makineleşen imalathanelerde artık daha fazla pamuğa ihtiyaç duyulduğu için Güney Amerika'da pamuk çiftlikleri kurulmaya başladı. 1793'te Amerikalı mucit Eli Whitney, çırçır makinesininin patentini aldı. Bu basit alet pamuk liflerinden çekirdeği ayıklıyor, hem zamandan hem de işgücünden büyük tasarruf sağlıyordu. Oldukça basit bir düzeneği olan çırçır makinesi kol kuvvetiyle, suyla ya da hayvan gücüyle çalıştırılabiliyordu. Çırçır makinesinin kullanılmaya başlamasıyla Güney Amerika'daki pamuk üretiminde inanılmaz bir artış oldu ve bu da tarlalarda çalışmak üzere getirilecek köleler için gerekli ekonomik zemini hazırladı.

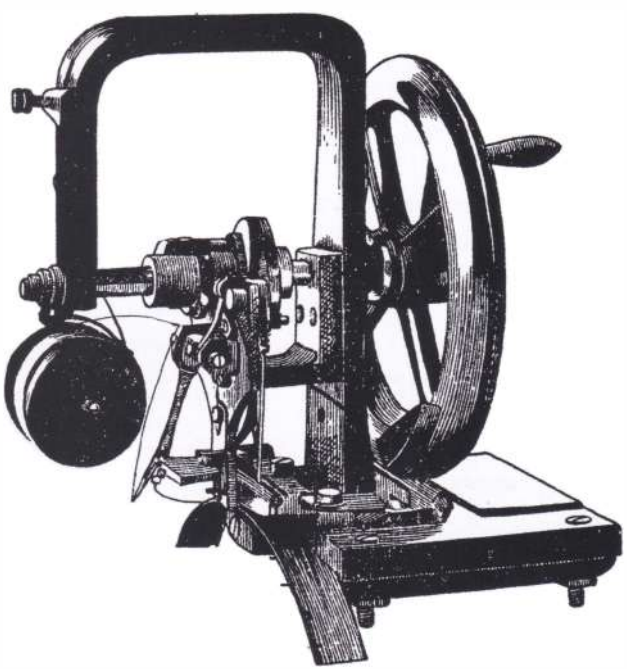
Atlantik'in diğer ucunda, Fransız İhtilali'nde devrimcilerle birlikte mücadele eden Fransız mucit Joseph-Marie Jacquard, 1804'te jakar dokuma tezgâhını icat etti. Bu alet goblen ve brokar gibi zorlu kumaşların dokunmasını mümkün kılıyordu. Delikli kartlarla çalışan bu makine dokumacının kumaşa istediği deseni otomatik olarak dokuyabilmesini sağlıyordu. Delikli kart teknolojisi daha sonra İngiliz matematikçi Charles Babbage'ın ilk genel amaçlı bilgisayarı tasarlamasında son derece önemli bir rol oynadı.

19. yüzyılın ortalarında dikiş makinesinin icadı tekstil endüstrisinde bir diğer önemli olaydı. İlk dikiş makinesi Fransa'da askeri üniformaların üretiminde kullanılmış olsa da tasarımı fazla beğenilmedi. Amerikalı Elias Howe 1846'da mekik dikiş tasarımının patentini aldı. Bu dikiş tekniğinde iğne, ipliği kumaşın içinden geçiriyor, kumaşın diğer yüzünde ileri geri hareket eden başka bir iplikle birlikte ilmek oluşturuyordu. Bu tasarım öyle başarılı oldu ki birkaç yıl içinde on binlerce dikiş makinesi üretilip kullanıldı.

Sonraki yıllarda tekstil endüstrisi gelişmeye devam etti. Pamuğun merserizasyonu, İngiliz bir matbaacı

Howe'nin dikiş makinesi

19. yüzyılda birçok kişi dikiş dikebilen mekanik bir alet tasarımı üzerinde çalışıyordu. Amerikalı mucit Elias Howe 1846'da mekik dikişli tasarımıyla ilk dikiş makinesinin patentini aldı. Howe'nin kumaşı dik tutan bu makinesi 1850'lerde Isaac Singer tarafından modernize edildi.



olan John Mercer tarafından 1850'de geliştirilmiş popüler bir teknikti. Bu işlem kumaşın üzerine kısa bir süreliğine sodyum hidroksit uygulandıkdan sonra yıkanmasını kapsıyordu; böylelikle kumaşın renkleri daha canlı ve kalıcı oluyordu. Yaylı kıskaçlardan yapılan ilk fermuar 1893'te kullanıma girdi ve tasarımı hızla geliştirildi. 20. yüzyıl boyunca birçok kıyafette kullanılan bir aksesuar haline geldi.

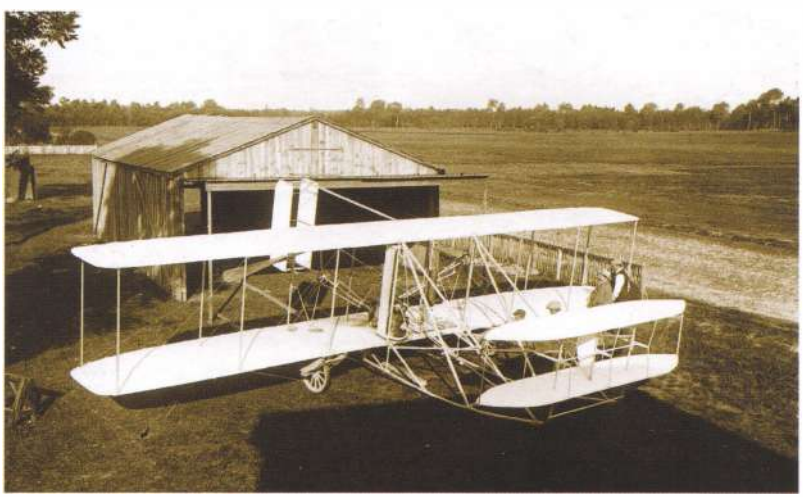
Ulaşım

Bu dönemde tekstil üretiminde olduğu kadar ulaşımda da radikal değişimler yaşandı. Buhar gücünün taşımacılıkta kullanılmasıyla uzaklık kavramı değişti. Demiryolları kaydedilen ilerlemenin ve Sanayi Devrimi'nin sembolü haline geldi. 19. yüzyılın sonlarına doğru içten yanmalı motorun kullanıma girmesi de en az buhar gücünün keşfi kadar devrimsel nitelikteydi.

Watt motorunun ulaşım alanında ilk kullanıldığı yer buharlı gemilerdi. Amerikalı mühendis Robert Fulton, 1807'de çarklı bir gemi tasarladı. Kısa süre sonra buharlı gemiler Britanya ve Amerika'da yaygınlaştı fakat çok fazla yakıt tükettikleri için ancak kısa mesafeli yollarda kullanılabiliyorlardı. İlk kez 1830'da buhar gücüyle çalışan bir gemi Kuzey Atlantik'te yolculuğa çıktı. İlk gemiler yandan çarklıydı, çok sonra pervaneli gemiler kullanılmaya başladı. 19. yüzyılın sonlarına doğru yelkenliler yerini tüm dünyada buharlı gemilere bıraktı.

Watt motoru, makineleri çalıştırmak için yüksek basınçlı buhar kullanan İngiliz mucit Richard Trevithick tarafından geliştirildi. Trevithick ayrıca 1804'te çok verimli olmasa da ilk buharlı lokomotifi yaptı. İlk başarılı buharlı lokomotif olan meşhur Rocket, 1829'da George Stephenson tarafından yapıldı. Bu lokomotif kömür yakan buhar kazanının altındaki yatay silindirlerle çalışıyordu. 1830'da açılan Manchester-Liverpool demiryolu hattı üzerinde Stephenson'ın lokomotifiyle yük ve yolcu taşımacılığına başlandı. Rocket'in tasarımı o kadar başarılıydı ki yıllarca kullanıldı.

Başlarda raylar dökme demirden yapılıyordu ancak zamanla bu raylar daha dayanıklı dövme demirden, sonraları ise çelikten yapılmaya başladı. Demiryolları hızla genişlemeye devam etti ve elli yıl içinde tüm kıtalarda çok uzun mesafeleri geçen demiryolları döşendi. Demiryollarının Sanayi Devrimi'nden sonra hızlanan üretim endüstrisi için büyük pazarların açılmasında ve Batı'daki fabrikaların hammadde ihtiyaçlarını giderebilmelerindeki rolü çok büyüktü. Batı Amerika'nın gelişmesinde demiryollarının yayılmasının payı göz ardı edilemez.



Çift kanatlı uçak The Wright Flyer II

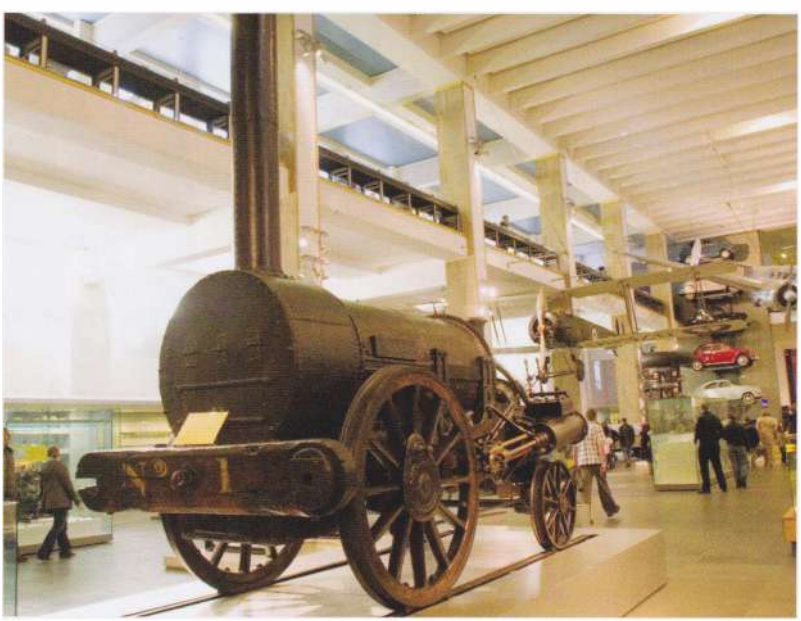
Orville ve Wilbur Wright kardeşler 1903'te ilk havadan ağır, kontrollü ve motorlu taşıtın inşasını tamamladılar. Kardeşler bu önemli başarıyı planörler ve kontrol mekanizmaları üzerine yıllar süren çalışmalar ve deneylerin ardından elde ettiler. Tasarımlarını geliştirmeye devam ettiler ve 1905'te havada otuz dakika kalabildikleri başarılı bir uçuş gerçekleştirdiler.

Buhar makineleri 19. yüzyılın temel enerji kaynağıyken, 19. yüzyılın sonlarına doğru icat edilen içten yanmalı motor da 20. yüzyıl taşımacılığının belkemiğiydi. Buhar makinesi her ne kadar yeni bir enerji kaynağını kullanarak çalışsa da yeterli değildi. Çok hantaldı, düşük verimliydi; kullanılan yakıtın yalnızca çok küçük bir kısmı mekanik enerjiye dönüştürülebiliyordu. Temel problemi, buhar elde edebilmek için suyun kömür yakılarak ısıtılmasıydı. 19. yüzyılın başlarında bile daha yeterli ve taşınabilir bir enerji kaynağının arayışına gidildi.

Termik makinelerin tasarımının temelinde James Joule ve Sadi Carnot gibi biliminsanlarının ısı ve termodinamik teorileri vardı. Aslında Fransız bir askeri mühendis olan Carnot, 1824'te ideal termik makinenin yapısı hakkında bir şeyler yazmıştı. Bu çığır açıcı çalışma sayısız mühendis ve mucidin doğrudan yakıt yakarak (barut da dahil olmak üzere) elde edilen enerjiyi kullanan makine tasarımı denemelerinde defalarca kullanıldı. Fakat bu girişimler pek de başarılı olamadı.

1860'ta Fransız mühendis Etienne Lenoir, havagazıyla çalışan ilk makineyi geliştirdi. Buhar makinesinin bir çeşit modifiye edilmiş haline benzeyen bu makineden de pek verim alınamıyordu ama su pompalarında kullanılmak üzere çok sayıda satıldı. 1862'de bir başka Fransız mühendis Alphonse Beau de Rochas günümüzde dört zamanlı motor olarak bilinen makinenin çalışma prensibini keşfetti. Bu dört faz yakıtın alımı, yakıt karışımının basınçlandırılması, karışımın yakılarak gazın genleştirilmesiyle pistonların hareket ettirilmesi ve atık gazın dışarı atılmasını kapsıyordu.

1876'da Alman mühendis Nikolaus Otto ilk dört zamanlı motoru yapmayı başarana değin Rochas'ın fikrini hayata geçirmek için birçok çalışma yapılsa da bunlar pek başarılı olmadı.



Stephenson'ın Rocket'i

Lokomotif motorunun asıl mucidi olan George Stephenson, birçok lokomotif yapıp trenyolu döşeyen bir demiryolu mühendisiydi. 1829'da oğlu Robert ile beraber Rocket'i inşa ettiler ve onunla, aynı yılın Ekim ayında Rainhill'de düzenlenen bir buharlı makine yarışmasını kazandılar. Rocket, otuz yolcu taşıyabiliyor, saatte 58 kilometre hıza erişebiliyordu. Fotoğraftaki Stephenson'ın Rocket'inin bir replikasıdır. (Londra, Science Museum, South Kensington)

Dunlop havalı lastiği test ediyor

John Boyd Dunlop 1888'de oğlunun bisikleti için havalı bir lastik geliştirdi. Havalı lastiğin icadı, kara taşımacılığında devrim yapmak üzere olan içten yanmalı motorun icadıyla aynı zamana denk geldi.

Bu motor oldukça iyi tasarlanmıştı, birkaç yıl içinde de binlercesi satıldı. Ancak motora son dokunuşu 1884'te daha önce Otto ile birlikte çalışmış olan Gottlieb Daimler ve Wilhelm Maybach yaptı. Daimler ve Maybach, benzinle çalışan, yüksek hızlı bir dört zamanlı motor geliştirdiler. Bunu yapabilmek için petrol ve hava kullanarak yanıcı bir karışım elde edildikten sonra silindirlere verilerek yanmasını sağlayan karbüratörü icat ettiler.

Alman mühendis Karl Benz benzinle çalışan ilk tek silindirli motoru icat etti. Bu motoru 1885'te üç tekerlekli bir arabayı hareket ettirmekte kullandı. Aynı yıl Daimler ve Maybach, Otto'nun tasarımını kullanarak ilk motosikleti yaptılar. 1889'da motorla çalışan menzil arabası ve bu motorla çalışan ilk otomobili yaptılar; bu bir dönüm noktasıydı.

Bu dönemde Daimler ve Benz Otto'nun tasarımını kullanarak otomobil yapmaya çalışırken başka bir Alman termik mühendisi olan Rudolf Diesel, Otto'nun motorundaki yakıt verimliliğini artırabilmek için çalışıyordu. Diesel ateşleme tertibatının dışarıdan müdahaleyle çalıştırılmasının yerine pistonların basınç kuvveti ile motorun ateşlenmesini sağlamaya çalışıyordu. Yakıt olarak kömür tozu kullanan Diesel başta pek başarılı olmadı. Daha sonra likit petrolü kullanarak ilk dizel motoru üretti ve oldukça tutulan bu motor, denizaltılarda ve gemilerde yaygın olarak kullanıldı.

Otomobilin gelişmesine katkı sağlayan bir diğer icat da havalı lastikti. 1845'te Robert Thompson İngiltere'de deri lastik üretti ancak bu tasarım ilgi görmedi. 1888'de veteriner hekim John Boyd Dunlop bisikletler için havalı lastikler geliştirdi. Yükü basınçlı havaya taşıtan havalı lastikler araçlarda sürtünmeyi azalttığı için kısa sürede oldukça popüler hale geldi.

Otomobiller ve demiryolları insanların mesafe kavramını kökten

değiştirdi. İlk defa uzak mesafeler insanlar ve malzemeler için ulaşılabilir olmuştu. Ayrıca bu dönemde deniz ve kara taşımacılığındaki gelişmeler haricinde insanoğlu ilk defa uçabileceğini gördü.

İnsanoğlunun uçma konusundaki merakı çok eskilere dayanmaktadır. İkaros efsanesi insanların uçmak için kuşları taklit etmesinin örneklerinden yalnızca biridir. 1783'te Fransa'da Montgolfier Kardeşler içi sıcak hava dolu bir balonun uçabileceğini gösterdiler. Sıcak hava balonuyla çeşitli hayvanların uçurulmasından sonra ilk insanlı uçuş Fransa'da gerçekleşti. Birkaç yıl sonra sıcak hava yerine hidrojen kullanılarak daha güçlü bir itiş elde edildi. Bir Alman askeri olan Ferdinand von Zeppelin balona sabit duran hafif bir iskelet ekledi ve böylece balonun yönlendirilebilir olmasını sağladı. Yönlendirilebilir balonlar ya da zeplinler, yolcu taşımacılığında kullanıldı ve Birinci Dünya Savaşı'nda büyük rol oynadı.

Balonlar ve zeplinler dışında,

ULAŞIMIN ZAMAN TÜNELİ

1712: İlk buhar makinesi Newcomen tarafından yapıldı. Yalnızca yukarı ve aşağı hareket eden bu makine çoğunlukla madenlerden suyun uzaklaştırılmasında kullanıldı. Asıl önemli nokta buhar gücünün enerji kaynağı olarak kullanılması fikriydi, bu fikir sayesinde ulaşım teknolojisinin kaderi değişti.

1737: İngiliz bir marangoz olan John Harrison ilk deniz kronometresini icat etti. Bu alet sayesinde denizciler denizde hangi boylamda olduklarını kolaylıkla belirleyebiliyorlardı.

1765: İlk kullanışlı buhar makinesi, Glasgow Üniversitesi'nde bilimsel aletler yapan James Watt tarafından yapıldı. Döner bir mili hareket ettirmesi bu makinenin ulaşım alanında kullanılmasını sağladı.

1769: Fransız Nicolas Cugnot dünyanın ilk otomobili olarak geçen, üç tekerlekli motorlu bisikleti icat etti.

1770: Modern bisiklet icat edildi.

1783: İlk sıcak hava balonu uçuşu Montgolfier Kardeşler tarafından Fransa'da gerçekleştirildi. Profesyonel kâğıt üreticisi olan kardeşler içi sıcak hava dolu olan kâğıt bir balon kullandılar.

1798: John McAdam sıkıştırılmış taştan yol yapmanın bir yolunu keşfetti. Makadam yol denen bu yollar hem ucuz hem de dayanıklıydı.

1804: İngiliz mucit R. Trevithick ilk buhar lokomotifini inşa etti.

1807: Isaac de Rivas hidrojen gazıyla çalışan bir taşıt icat etti.

1807: Amerikalı mucit Robert Fulton, modifiye edilmiş bir Watt makinesi kullanarak ilk buhar gemisini inşa etti. Buhar gücüyle çalışan çarklı gemi New York ve Albany arasında düzenli seferler yaptı.

1829: George Stephenson ve oğlu ilk kullanılabilir buhar lokomotifi olan Rocket'i yaptılar. Stephenson'ın tasarımı uzun yıllar boyunca lokomotif üretiminde kullanıldı.

1839: Charles Goodyear kauçuğun vulkarizasyonunu keşfetti, böylece doğal kauçuğu çok daha sert ve kimyasallara dayanıklı hale getirdi.

1843: İlk pervaneli demir gemi olan *Great Britain* I.K. Brunel tarafından suya indirildi. Gemi otuz yıl boyunca kullanıldı. Brunel daha sonra 1858'de hem çarklı hem pervaneli ilk çift cidarlı buhar gemisi olan *Great Eastern*'ı kullanıma soktu.

1860: John Lenoir havagazıyla çalışan bir içten yanmalı motor yaptı.

1862: Alphonse Beau de Rochas dört zamanlı içten yanmalı motorun çalışma prensibini ortaya koydu.

1876: Nikolaus Otto dört zamanlı içten yanmalı motoru icat etti.

1869: George Westinghouse hava basınçlı lokomotif frenini icat etti. Bu fren daha sonra geliştirilerek trenlerde arızaya dayanıklı hava freni kullanılmaya başladı.

1873: Andrew S. Hallidie ilk teleferiği icat etti.

Wilhelm Maybach, Daimler'in çelik tekerlekli motorlu aracının test sürüşünde.

1881: Üç tekerlekli elektrikli bisiklet Paris'te görücüye çıktı.

1884: Gottlieb Daimler ve Wilhelm Maybach benzinle çalışan yüksek hızlı dört zamanlı motoru geliştirdi. Ayrıca içten yanmalı benzinli motorun çalışması için gereken yakıt ve hava karışımını sağlayan karbüratörü de icat ettiler.

1885: Daimler ilk motosikleti yaptı. Karl Benz ilk kullanılabilir otomobil olan çelik çerçeveli ve üç tekerli taşıtı yaptı.

1886: Daimler ilk yüksek hızla gidebilen içten yanmalı motorlu ve dört tekerlekli taşıtı geliştirdi.

1888: John Boyd Dunlop havalı lastiği icat etti.

1889: Daimler arka motorlu otomobili geliştirdi.

1900: Alman subay Ferdinand von Zeppelin, ilk zeplinli hava uçuşunu gerçekleştirdi. Zeplinler oldukça başarılıydı ve uçakların varlığına rağmen 1930'ların sonuna kadar kullanıldı. En ünlü zeplin *Hindenburg*, 1937'de infilak etti.

1903: Wright Kardeşler ilk havadan daha ağır, uçan makineyi 12 beygir gücünde bir motorla yaklaşık 12 metre uçurdular.

1906: Amerikalı kardeşler Francis ve Freelan Stanley, bir mili 28,2 saniyede kateden ve saatte yaklaşık 193 kilometre hıza ulaşarak dünya rekoru kıran ve buhar gücüyle çalışan otomobil yaptı.

1907: Bréguet Kardeşler helikopterin atası olarak kabul edilen dört pervaneli bir cayroplanı tasarlayıp uçurdular.

1908: Amerikalı girişimci Henry Ford, seri üretimli ilk otomobil fabrikasını kurdu. Oldukça başarılı olan T modeli, uygun fiyatlı, çok yönlü ve bakımı kolay bir arabaydı.

1908: Graham Bell ve Casey Baldwin hidrofil tekneleri icat ettiler.

planörler üzerine de 19. yüzyılda araştırmalar yapıldı. 1891'de Almanya'da Otto Lilienthal ilk insan taşıyabilen planörü inşa etti. Bu tasarım Amerikalı mühendis Octave Chanute tarafından geliştirilip daha sağlam ve dengeli bir hale getirildi.

Planörler üzerine çalışan bir diğer grup, Amerikalı Orville ve Wilbur Wright Kardeşler'di. Bisiklet üreticisi olan kardeşler, 1902'de ilk başarılı planörü inşa ettiler ve uçan vasıtalar üzerine çalışmalarına devam ettiler. 1903'te Orville Wright, ilk havadan ağır hava taşıtını uçuran kişi oldu. Motorla çalışan ve 12 metre kanat genişliğine sahip çift kanatlı uçak, 30 metre yükseklikten 12 saniye boyunca uçtu. İlerleyen yıllarda Wright Kardeşler uçağın yönlendirme mekanizmasını geliştirip 1905'te yaptıkları bu icadın patentini aldılar.

Metalurji, Madencilik ve Yeni Materyaller

Sanayi Devrimi buhar gücü ve makineleşme üzerine kurulu olsa da metalurji ve madencilik alanlarındaki gelişmeler ve yeni materyallerin keşfi de bu süreçte önemli rol oynamıştı. Çeliğin ve çimentonun daha ekonomik ve yüksek verimle üretilebilmesi gibi birçok gelişme yaşanmıştı.

17. yüzyılın sonunda demiri eritebilmek ve çelik üretebilmek için kömür ve odun kullanıldığından Britanya'da orman kaynaklarında ciddi bir azalma oldu. 1709'da bir demirci olan Abraham Darby, demiri cevherinden ayırabilmek için kok kömürü kullandı ve başarılı oldu. Bu yöntemle birlikte Britanya'daki büyük kömür madenleri demir ve çeliğe olan yoğun talebi karşılayabilmek için kullanılmaya başladı. 1740'ta Benjamin Huntsman dökme çelik yöntemini kullanarak yüksek kalite çelik üretmeye başladı. 1780'lerde dökme ve dövme demir üretebilmenin verimli yöntemleri keşfedildi.

Köprü, sukemeri ve diğer inşaatlar için kullanılan dökme demirin ve makine yapımında kullanılan dövme demirin kolay bulunurluğu, 18. yüzyılda Sanayi Devrimi'nin Britanya'da hızla yayılmasında oldukça etkili oldu. Ancak asıl devrim 19. yüzyılın ortalarında büyük miktarlarda çeliğin daha hızlı ve ucuz imal edilebilmesini sağlayan bir yöntemin bulunmasıyla yaşandı.

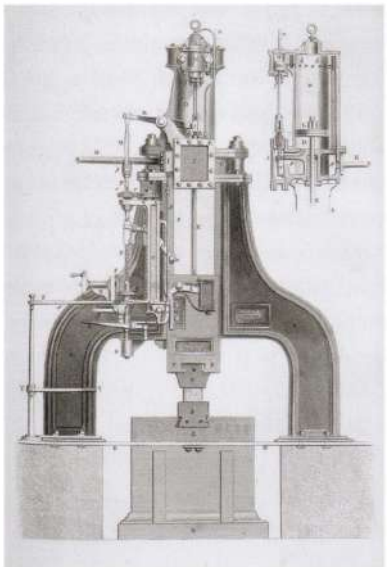
1856'da İngiliz Henry Bessemer, kendi geliştirdiği ağır gülle mermilerini kullanabileceği güçlü bir top yapabilmek için daha dayanıklı dökme demir üretebilmenin yolunu arıyordu.

Keşfettiği tekniklerden biri, fırınından yayılan gazdaki oksijenin pik demirinin içindeki karbonu temizleyebiliyor olmasıydı. Bu bilgiyle eriyik demirin içine oksijen pompalayarak demiri saflaştırdı ve ısıtarak akışkanlığını artırdı böylelikle demir daha kolay dökülebilir bir hale geldi.

Bessemer, Bessemer işlemi olarak bilinen ve büyük miktarlarda saf dövme demir üretebilmesini sağlayan tekniklerini kusursuz hale getirdi. Bessemer ayrıca çelikten yapılma, kil ya da kireç taşıyla kaplanmış ve büyük ayaklar üzerine oturan oval bir kazandan oluşan bir konvertör de yaptı. Demir, kazana yukarıdan dökülürken kazanın altındaki deliklerden yüksek basınçlı hava pompalanıyordu.

Buharlı çekiç

1839'da İngiliz mühendis James Nasmyth büyük metal parçaların dövülmesini sağlayan buharlı çekici icat etti. *Great Britain* gemisinin çarklarını çalıştıran tahrik millerini dövebilmek için geliştirilen bu alet, daha sonra birçok atölyede kullanılmaya başladı. Nasmyth ayrıca yüzden fazla lokomotif, bir hidrolik pres ve birçok makine üretti. (*Cyclopedia of Useful Arts* [Faydalı Sanatlar Ansiklopedisi] cilt II)



Bessemer konvertörü çok az miktarda kok kömürüyle kısa bir sürede bolca çelik üretebiliyordu. Daha sonra demiri sülfür ve fosfor gibi saflığı bozan diğer maddelerden de arındırma teknikleri geliştirildi ve elde edilen yüksek kalite çelik birçok alanda dövme demirin yerini aldı. Yüksek kaliteli ve ucuz olan çelik ekonomi için bir nimet haline geldi.

Sanayi Devrimi'ni besleyen makineleşmede ucuz çeliğin kullanılmasıyla birlikte hassasiyeti yüksek ağır iş makineleri üretebilmek için makine mühendisliği endüstrisinde ciddi bir büyüme başladı. Tornalar artık buhar gücüyle çalışıyor, öncekilere oranla çok daha verimli ve hatasız üretim yapıyordu. James Nasmyth, buharlı çekici icat etti ve bu icatla birlikte kullanılan matkap tezgâhları atölyelere oldukça önemli bir katkı sağladı.

1815'te İngiliz kimyager Humphry Davy'nin madenci fenerini icat etmesiyle derin madenlerde çalışan maden işçilerinin iş güvenliği büyük ölçüde arttı. Daha önce madenlerde metan gazı gibi yanıcı gazların kullanımı nedeniyle madencilik hayli tehlikeli ve kâr sağlamayan bir işti. Geleneksel madenci fenerinde yapılan bu basit değişiklik sayesinde maden işçilerinin güvenliğinde büyük bir gelişme kaydedildi.

Bu dönemde, özellikle buhar gücünün keşfinden sonra inşaat mühendisliği alanında da önemli gelişmeler yaşandı. Basınçlı havayla çalışan hidrolik aletler verimliliği çok büyük oranda artırdı. Köprü yapımında önce dökme demirin yerini dövme demir, daha sonra da çelik aldı. 1824'te Joseph Aspidin'in portland çimentosunu bulması, inşaat alanında atılan büyük adımlardan biri oldu. Bu malzeme suyla karıştırıldığında beton elde ediliyordu; betonla çelik bir arada kullanıldığında yapının mukavemeti hiç olmadığı kadar artmıştı.

Alfred Nobel

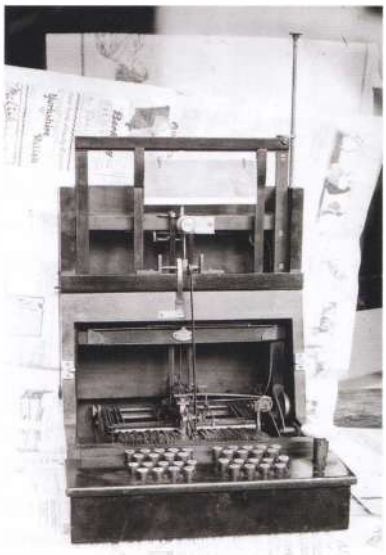
İsveçli mucit, kimyager ve filantrop Alfred Nobel, patlayıcıların savaş alanı dışında da kullanılabilmesini sağlayan tahrip kapsülünü icat etti. Nobel ayrıca oldukça uçucu bir kimyasal olan nitrogliserini, etkisiz bir madde olan diatomitle karıştırarak dinamiti de icat etti. Diğer patlayıcılara göre daha güvenli ve kullanılabilir olan dinamitin icadıyla Nobel, büyük bir servet yaptı.

İnşaat mühendisliğindeki dönüm noktası 1867'de dinamitin icadıydı. İsveçli doktor Alfred Nobel, tehlikeli bir patlayıcı kimyasal olan nitrogliserinle deneyler yapıyordu. Yanlışlıkla nitrogliserin ile gözenekli bir çeşit toprak olan diatomiti karıştıran Nobel, çıkan ürünün nitrogliserinden çok daha güvenli olduğunu ve bu karışımın inşaat mühendisliği kadar askeri amaçlarla da kullanılabileceğini fark etti.

18. yüzyılın önemli materyal keşiflerinden biri de kauçuktu. Doğal kauçuk ilk kez bir Fransız tarafından Güney Amerika'nın balta girmemiş ormanlarında keşfedildi. Benzersiz özellikleri nedeniyle oldukça yararlı bir materyal olan kauçuğun kullanımı, 1839'da Amerikalı Charles Goodyear vulkanizasyon işlemini keşfedene kadar oldukça kısıtlıydı. Yüksek derecede ısıtılmış kauçuğa sülfür eklenmesiyle elde edilen vulkanize kauçuk, kimyasallara karşı daha dayanıklı ve sert bir hale geldiği için makine ve mamul üretimi gibi pek çok alanda kullanılmaya başladı.

İletişim

İletişim alanı 19. yüzyılda devrim niteliğinde yenilikler gördü. Gutenberg'in hareketli basım harflerini ve matbaayı icadı, basım dünyasını hareketlendirmişti. Matbaa teknolojisi ve kâğıt yapımı 18 ve 19. yüzyıllarda hızlı bir değişim sürecine girdi. Yüksek hızlı silindirli basım makinesinin icadı basım hızını büyük ölçüde artıran önemli bir gelişmeydi. 1884'te Ottmar Mergenthaler Amerika'da ilk linotip makinesinin patentini aldı. Linotip makinesi, harfleri tek tek basmak yerine harf genişliğindeki sütunlar



biçiminde kalıplara döktüğü için daha hızlı çalışan bir çeşit dizgi makinesiydi.

İlk daktilo Amerikalı mucit Christopher Sholes tarafından 1867'de icat edildi. Sholes 1868'de ilk tasarımını daha da geliştirdi ve aynı yıl patentini aldı. 1873'te daktilo üretimini ticarete dökmek isteyen Sholes, E. Remington and Sons ile işbirliği yaptı, kısa sürede tüm Amerika'da daktilo kullanılmaya başladı.

Tüm bu makineleşmenin içinde yazım teknolojisi de değişime uğradı. 1884'te icat edilen dolmakalem, mürekkep hokkasına batırılmak zorunda olan yazı aletlerinin yerini aldı. Lewis Waterman tarafından icat edilen dolmakalem, mürekkebin kalemin ucuna gelmesi için kılcal kanallardan faydanalanıyordu. Dolmakalemin icadını, tasarımı çok tatmin edici olmasa da 1895'te tükenmez kalem izledi. Başarılı bir tükenmez kalem tasarımı Macar Lazlo Biro tarafından 1931'de yapıldı.

Ancak en büyük devrim kesinlikle görüntülemeydi. Kimilerine göre

İlk daktilo

19. yüzyılda kullanışlı bir yazı makinesi üretebilmek için yapılan başarısız birçok girişimin ardından, Amerikalı mucit Christopher Sholes, kalemden daha hızlı yazı yazabilen bir yazı makinesi icat etti. Bu ilkel yazı makinesi 1874'te satışa çıkana dek birçok değişiklik geçirdi. 1866 yapımı bu yazı makinesi Sholes'un 1868'de patentini alacağı ilk daktilonun habercisi niteliğindeydi.

fotoğrafın icadı birkaç yüzyıl önce hareketli harf kalıplarının icadı kadar önemliydi. Joseph Nicéphore Niépce 1820'lerde ilk fotoğrafını kurşun ve kalay alaşımı bir plakanın üzerine ziftle bastı. İlerleyen yıllarda ortağı Louis Daguerre fotoğrafik işlemi ışık hassasiyetli gümüş kimyasallar kullanarak geliştirdi, 1850'lere gelindiğinde de daguerreotype yöntemi yaygın olarak kullanılmaya başladı.

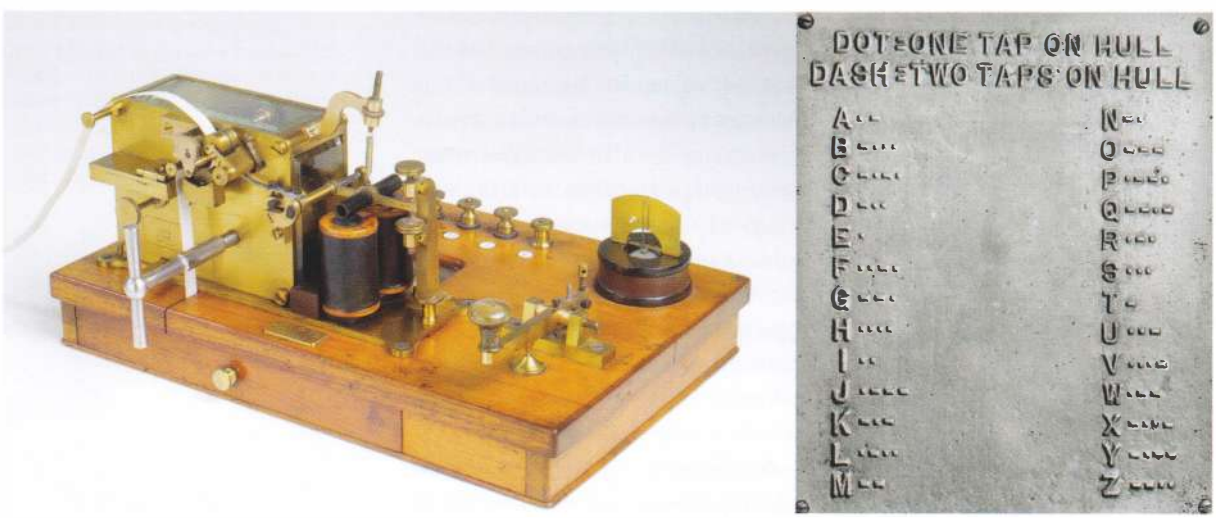
1880'de Amerikalı mucit George Eastman fotoğraf çekmek için kuru diskler kullanma tekniğinin patentini aldı. Ayrıca 1888'de rulo filmli ve kolay kullanımlı Kodak el kameralarını da piyasaya sürdü. Bu, fotoğrafçılığın popülerleşmesinde önemli bir adımdı. Filmlerin hammaddesi, 1856'da İngiliz Alexander Parkes tarafından icat edilen ancak 1870'lere değin adı çok duyulmamış yeni bir malzeme olan selüloitti.

İletişimi büyük oranda etkileyen bir diğer icat da telgraftı. Optik telgraf ya da bilinen ismiyle semafor, 18. yüzyılda Fransa'da icat edildi, elektrikli telgraf bulunduğunda halihazırda o kullanılıyordu. Elektrik üretimi üzerine yapılan çalışmalar ve elektriğin manyetik özelliğinin araştırılması, 1837'de Britanyalı biliminsanları William Fothergill Cooke ve Charles Wheatstone'un kullanışlı ilk telgraf sistemini geliştirmeleri için uygun ortamı hazırlamıştı. Onlar İngiltere'de telgraf üzerine çalışmalar yaparken Amerikalı bir resim profesörü de harflerin nokta ve çizgilerle temsil edildiği kullanışlı bir alfabe geliştirdi. Samuel Morse elektromanyetik telgrafın patentini 1837'de aldı. İlk tasarımını geliştirmeye devam etti ve 1844'te başkent Washington'dan Baltimore'a (yaklaşık 60 km) bir mesaj göndermeyi başardı. Böylelikle telgraf devri başladı ve kısa bir süre içinde hızlı iletişimin en önemli öğesi olan telgraf demiryollarında, gazete endüstrisinde ve borsada yoğunlukla kullanıldı.

Telgraf yazılı iletişim dünyasının en önemli gelişmesiyken 1876'da da telefonun icadı sözlü iletişimde adeta bir devrimdi. İskoç-Amerikalı mucit

Mors kodu

Amerikalı ressam Samuel Morse, ilk elektromanyetik telgrafı ve mors alfabesini geliştirdi. Nokta ve tirelerden oluşan bu alfabe telgraf dünyasında yaygın bir şekilde kullanıldı. 1844'te Baltimore'dan Washington'a mors alfabesiyle gönderilen ilk mesajda "Tanrı nelere kadir" anlamına gelen "What hath God wrought?" yazıyordu. Burada, bir telgraf alıcısı mors alfabesini bir kâğıt şeridine yazıyor, bir plakanın üzerinde de mors alfabesinin harf karşılıkları var.



Alexander Graham Bell, 1876'da konuşma sesinin, elektrik kablolarıyla iletilmesinin patentinin verildiği ilk insandı. Bell'in icadı iyi öğrenilmiş bir ses ve elektrik biliminden geliyordu. Patenti ise bugün alınan en değerli patent olarak görülür.

Bell telefonu icat ettikten sonra Thomas Watson ve Thomas Edison gibi çeşitli mucitler telefonun tasarımı üzerine çalıştılar; 19. yüzyılın sonundaki tasarım sonraki elli yıl boyunca kullanıldı. 1878'de Connecticut'ta yirmi bir abonesiyle ilk telefon santralı kuruldu. 1889'da otomatik anahtarlama sistemine geçilene kadar telefon santralları manuel çalıştı.

1877'de üretken bir Amerikalı mucit olan Thomas Alva Edison, ilk gramofonu yaptı. Bu alet sesi elektrik sayesinde kaydedip sonra dinlemeyi sağlıyordu. İlk gramofon, üzerine girinti işlenmiş alüminyum folyo kaplı bir silindirden oluşuyordu. Bu girintiler ses dalgalarına tepki veren bir iğne ucu tarafından işleniyordu, daha sonra girintileri sese dönüştürebilen başka bir iğne sayesinde kaydedilen ses yeniden dinlenebiliyordu.

Telgraf ve telefon kuşkusuz devrimsel nitelikte buluşlardı ve tarihe büyük katkıda bulundular. 19. yüzyıl telefon ve telgrafın devriydi ancak bir sonraki yüzyılda icat edilen başka bir buluş yararlılık konusunda her ikisini de geride bıraktı. Telsiz iletişim (radyolu iletişim) 19. yüzyılda elektrik ve manyetizma alanında süregelen teorik araştırmaların doğrudan bir sonucuydu. İngiliz biliminsanı James Clerk Maxwell 1864'te elektrik ve manyetizma teorisi üzerine birleştirici ve kapsamlı bir araştırma yaptı. Teorilerindeki bir varsayım, bir hava boşluğunun içerisinde ışık hızıyla hareket edebilen elektromanyetik dalgaların varlığıydı.

Marconi telsiz sinyali yolluyor

İtalyan mühendis ve doktor Guglielmo Marconi, Hertz'in aparatını radyo dalgaları alacak ve yollayacak şekilde geliştirdi. 1901'e gelindiğinde Marconi Atlantik'in diğer ucuna mors alfabesiyle mesajlar yollayıp alabiliyordu. Marconi, aparatı geliştirmeye devam etti ve 1906'da Reginald Fessenden ilk radyo yayınını yaptı. Burada Marconi Atlantik üzerinden ilk mesajı yolladığı aletine benzer bir aparat üzerinde çalışırken görülüyor.

1888'de Alman biliminsanı Heinrich Hertz laboratuvarında yaptığı kısa mesafeli bir deneyinde elektromanyetik dalgaların varlığını ispatladı. Genç İtalyan mucit Guglielmo Marconi Hertz'in sonuçlarından yola çıkarak araştırmalarına devam edip bu dalgaların çok daha uzun mesafeler katedebildiğini ispatladı. Marconi'nin en büyük başarısı, 1901'de Atlantik üzerinden telsiz bir mesaj göndermiş olmasıdır. Yeni yüzyılın başlangıcı kablosuz iletişim çağını müjdeliyordu.

Kablosuz iletişim alanındaki ilerleme, elektronik devre ve aletlerin geliştirilmesine bağlıydı. Radyo iletişiminin yaygınlaşabilmesini sağlayan en önemli gelişme İngiliz elektrik mühendisi John Fleming'in 1904'te diyot valfı (vanası) icat etmesiydi. Fleming'in aleti akımın tek bir yönden geçmesini sağlayan bir vana işlevi görüyordu. Bunu 1906'da Lee de

Franklin'in uçurtma deneyi

Amerikalı yazar, mucit, biliminsanı, diplomat, matbaacı ve yayıncı Benjamin Franklin bilime pek çok katkıda bulundu, özellikle elektrik alanında. Bu litografide de görüldüğü üzere Franklin, ünlü uçurtma deneyinde fırtınanın içine bir uçurtma uçurdu ve yıldırımın elektrik sebebiyle meydana geldiğini ispatlayan ilk kişi oldu.

Forest'ın radyo iletişiminde devrim yapan triyot icadı takip etti. Triyot sinyallerin zayıf olduğu zamanlarda yükselteç görevi görerek iletişimi mümkün kılıyordu.

Radyo dalgaları öncelikli olarak telgraf alanında kullanıldı ve asıl potansiyeli 1912'de batmakta olan *Titanic*'in yardım sinyalleri göndermesiyle çarpıcı bir şekilde fark edildi. 1915'te telekomünikasyon şirketi AT&T sesin radyo dalgalarıyla aktarılabileceğini gösterdi ve radyo teknolojisi tamamen yön değiştirdi.

Elektrik

18. yüzyılın sonundaki Sanayi Devrimi'nin fitilini ateşleyen teknoloji buhar gücü olsa da elektriğin çok daha geniş çaplı ve uzun süreli bir etkisi olmuştur. Elektrik, 17. yüzyılda İngiliz biliminsanı William Gilbert'in objelerin sürtüşmesi ile ortaya çıkan çekim gücünü incelemeye başladığından beri araştırılıyordu. 1750'de Amerikalı mucit ve politikacı Benjamin Franklin yaptığı uçurtma deneyiyle yıldırımların elektrikle oluştuğunu ispatladı.

18. yüzyılın sonlarına doğru birkaç biliminsanı elektriğin doğasını ve özelliklerini anlayabilmek için araştırmalar yaptı. 1766'da İtalyan doktor Luigi Galvani sinir sinyallerinin iletiminde elektriğin varlığını kanıtladı; bunu takiben 1800'de bir diğer İtalyan biliminsanı Alessandro Volta, tuzlu suyun içine zıt kutuplu iki metal çubuk yerleştirerek ilk elektrik pilini yaptı.

Elektriğin en önemli özelliklerini bir mücellit çırağı olan Michael Faraday buldu. Faraday elektriğin doğası üzerine çalışmalar yürüttü ve 1820'de, elektrik akımını ve manyetizmayı kullanarak elektrik enerjisini mekanik enerjiye dönüştüren ilk elektrik motorunu geliştirdi. Faraday elektrik

üzerine çalışmalarına devam etti ve manyetik alan değişimiyle meydana gelen elektrik akımını, bir diğer deyişle elektromanyetik indüksiyonu keşfetti. Bu bilgiler ışığında 1831'de mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren ilk dinamoyu icat etti.

Elektrik motoru ve dinamonun tasarımı ilerleyen yıllarda birçok değişikliğe uğradı; buhar gücünün yerini alabilecek büyük motorlar ve elektrik enerjisi üreten devasa elektrik jeneratörlerinin icadına vesile oldu. Elektrik, tarihte çok az teknolojinin yapabildiği ölçüde hayatı değiştirdi. Ekonomik elektriksel aydınlatma, elektrikli tramvay ve üretimde elektrik enerjisinin kullanımı 19. yüzyıl bitmeden mümkün hale gelmişti.

Aydınlatma için elektrik enerjisinin kullanılması 19. yüzyılın başlarında başladı. İlk lambalar elektrik arkın karbon elektrotlar arasında boşalmasıyla ışık üreten ark lambalarıydı. Kullanımı pek de kolay olmayan bu lambalar özellikle sokakların aydınlatılmasında oldukça popüler hale geldi. Yüzyılın ortalarına gelindiğinde bazı biliminsanları filaman kullanarak aydınlatma deneyleri yapıyorlardı. Bir İngiliz olan Joseph Swan, ışık üretebilmek için karbon filamanlar ve hatta elektrik akımını iletmesi için aside batırılmış pamuk iplikler dahi kullanıyordu.

Amerikalı dâhi Edison elektrik hakkındaki tüm fikirleri toparlayıp ilk enkandesan ampulün patentini aldı. İçine karbon tel yerleştirilmiş cam bir ampulü vakumlamak için vakum pompası kullandı. Vakum, filamanın uzun ömürlü olmasını sağlıyordu. Bu dönemde Swan da filamanlarla deneyler yapıyordu; bu nedenle enkandesan lambayı kimin bulduğu konusunda bir fikir ayrılığı vardır. 1879'da Edison karbonize ip kullanarak aralıksız iki gün yanan ilk uzun ömürlü lambayı yaptı. Bunun ardından filamaların ömrünü uzatabilmek için birçok materyalle deneyler yapıldı. Enkandesan lamba ticari amaçla ilk kez 1880 yılında *Columbia* gemisinde kullanıldı. Sonraki yıllarda enkandesan lambalar birçok fabrika, ticarethane ve evde kullanıma girdi. Demiryolu insanların mesafe kavramını değiştirdiyse, enkandesan lambalarla gelen yapay aydınlatma teknolojisi de insanlığı çalışırken gece ve gündüz döngüsüne mecbur kalmaktan kurtarmıştır.

1907'de Franjo Hannaman karbon telli ampullerden daha uzun ömürlü ve daha parlak olan tungsten telli ampulü icat etti. Çok yakın zamana kadar neredeyse tüm enkandesan lambalarda tungsten teli kullanılıyordu. İlerleyen yıllarda bu tasarımda, lambanın ömrünü uzatabilmek için ampulün

Elektrik indükleçi

Elektrik dinamosu ve motorunun mucidi Michael Faraday, elektrokimya ve elektromanyetizma alanlarına önemli katkılarda bulundu. Faraday, elektromanyetik indüksiyonu ve buna sebep olan doğa kanununu anlayabilmek için ilkel bir elektrik indükleçi kullandı. Bu, trafo ve elektrik jeneratörünün icadına olanak sağladı.

Edison'un enkandesan ampulü

Thomas Edison elektrik ampulüyle deneyler yapmaya başladığında birçok mucit uzun ömürlü, kullanışlı ve pahalı olmayan bir elektrik lambası üretebilmek için elli yılı aşkın süredir uğraşıyordu. Edison, 1880'de filaman olarak karbon kaplı bambu lifi kullanma fikrini bulana değin asistanı Francis Upton ile birçok tasarım üzerine deney yapmıştı. Elektrik ampulü, birkaç onyıl içinde evlerde ve dükkânlarda gaz lambasının yerini aldı.

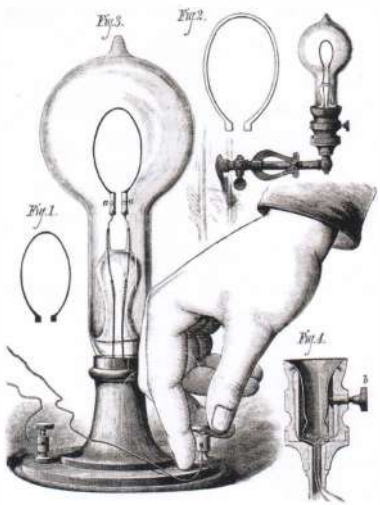
içine az bulunan gazlar koyulması ve kıvrımlı tel kullanımı gibi birtakım değişiklikler yapıldı.

Bu dönemde icat edilen başka bir aydınlatma teknolojisi de elektrikli boşalmalı lambalardı. 1901'de cıva buharlı lamba tanıtıldı ve hızla popülarite kazandı. Boşalmalı lambanın temel prensibi bir gazla ayrılan iki elektrot arasında elektrik akımının iletilmesidir. 1910'da neon gazıyla dolu bir tüpün içine yüksek voltajlı elektrik akımı veren Georges Claude tarafından neon lamba icat edildi. Lamba kırmızı ışık yayıyordu; lambanın ticari potansiyelinin keşfedilmesi çok sürmedi. Neon lambalar kısa bir süre sonra dünyanın her yerinde reklam panoları ve tabelalarda kullanılmaya başladı.

Tıp

Bilim ve tıp uygulamalarında 18 ve 19. yüzyıllarda birçok gelişme yaşandı. 10 ve 11. yüzyıllarda Ortadoğu'da yaşanan İslam'ın altın çağında tıp alanında büyük ilerleme kaydedilmesine karşın Batı'daki tıp uygulamaları kısıtlı bir teorik altyapıyla genellikle deneye dayalı bir şekilde ilerliyordu.

1796'da İngiliz doktor Edward Jenner, sığırlarda çiçek hastalığının sebep olduğu bir iltihaplı yarayı kullanarak küçük bir çocuğu çiçek hastalığına karşı aşıladı. Daha sonra hastayı çiçek hastalığına maruz bıraktı fakat hastada hiçbir semptom görülmedi ve deney başarıyla sonuçlandı. Böylelikle bulaşıcı hastalıklardan korunmak için aşı yapılmaya başladı ve bu gelişme, en faydalı keşiflerden biri olarak tarihteki yerini aldı. Bu dönemden itibaren aşılama sayesinde milyonlarca insanın hayatı kurtuldu.



1819'da Fransız doktor R.T.H. Laennec, hastanın göğsünden kalp atışlarını dinleyebilmek için içi oyuk ahşap bir silindir kullandı. Bu, günümüzde stetoskop olarak bilinen aletin ilk kullanımıydı. Daha sonra plastik bir tüp ve iki kulaklıkla daha kullanışlı hale gelen stetoskop, doktorlar için vazgeçilmez bir gereç oldu; bugün de hâlâ kullanılmaktadır.

Tıp uygulaması ve teorisinde çığır açan yenilik 19. yüzyılda Fransız kimyager Louis Pasteur'ün çalışmalarıyla geldi. Pasteur o dönemde Fransa şarap endüstrisi için hayli önemli olan mayalanma işlemini araştırıyordu. Bir dizi incelikli deney sonrasında Pasteur, süt ve şarabın mayalanmasının sebebinin birtakım mikroskobik organizmalar olduğunu fark etti. Bu mikroorganizmaların yokluğunda mayalanma mümkün olmuyordu. Asıl soru, bu mikroorganizmaların kendiliğinden mi yoksa kirlilik yüzünden mi oluştuğuydu. Pasteur, bakterilerin maddeye hava yoluyla bulaştığını ispat etti. Bu bilgi açığa çıktıktan sonra bakterilerin yayılmasını

kontrol edebilecek metotlar geliştirmeye başladı. Ayrıca Pasteur, günümüzde pastörizasyon olarak bilinen, sütü kaynatarak mayalanmasını engelleme yöntemini de geliştirdi.

Edward Jenner'ın çalışmalarını ilerleten Pasteur, koyun ve sığırlarda ölümcül bir hastalık olan şarbona karşı koruyucu bir aşı geliştirdi. Bu alana en büyük katkısı, hayvan ısırığıyla bulaşan ölümcül kuduz hastalığına karşı bulduğu aşıdır.

Pasteur'ün hastalığa sebep olan virüslerin yayılmasına ilişkin çalışması, hastalıklarda virüs teorisinin kabul edilmesini sağladı. 1865'te İskoç cerrah Joseph Lister, enfeksiyonun yayılmasını önlemek amacıyla açık yaranın üzerine asit fenik uyguladı. Bu, antiseptiklerin başlangıcı oldu. 1882'de Alman doktor Robert Koch, tüberküloz ve kolera hastalıklarına sebep olan bakterileri ayırt etmeyi başardı ve üzerine çalışmalar yaptı. Sonraki birkaç yıl içinde pek çok hastalığın mikroorganizmaların varlığıyla ilişkili olduğu saptandı.

19. yüzyılın bir diğer önemli gelişmesi de ameliyatlarda anestezi yapılmasıydı. 1846'da ABD'de ilk kez eter, anestetik ilaç olarak kullanıldı ve kısa süre içinde birçok yerde uygulanmaya başladı. 1847'de eterden çok daha güvenli olan kloroform kullanıma girdi ve tercih edilen anestetik ilaç oldu.

Yüzyılın sonlarına doğru Britanyalı askeri hekim Ronald Ross, Hindistan'da çalışırken sıtma hastalığının sebebini ve nasıl bulaştığını keşfetti; anofel sivrisineği parazitleri karnında taşıyordu. Ross'un çalışmaları, sinek ısırığına karşı korunarak sıtma hastalığının kontrol altına alınması açısından büyük önem arz ediyordu. Sıtma, bataklık bölgelerindeki yüksek hastalık oranının en büyük sebebiydi ve artık sivrisineklere karşı korunularak hastalık kontrol altına alınabiliyordu.

Tanılamada en büyük gelişme, Alman doktor Wilhelm Röntgen'in 1895 yılında kazara x ışınlarını keşfetmesi ve bu ışınların kemikleri görüntülemede işe yarayabileceğini fark etmesi sayesinde yaşandı. X ışınlarıyla çekilmiş ilk fotoğrafta Röntgen'in eşinin el kemikleri görülüyordu. X ışınları özellikle ortopedi alanında teşhis ve tedavinin büyük oranda gelişmesini sağladı; maddenin yapısını ve düzenini anlayıp üzerinde çalışabilmek için vazgeçilmez bir araç haline geldi.

19. yüzyıl, tıp tarihinde önemli bir dönemdi, çünkü birçok çığır açıcı buluş bu dönemde gerçekleşmişti. Günümüzde iyice anlaşılmış olan virüs teorisi, halk sağlığı uygulamalarının temelini

X ışını ya da röntgen tüpü

1896'da Alman doktor Wilhelm Conrad Röntgen tahta, kıyafet, kâğıt ve hatta derinin içinden geçebilen bilinmeyen ya da "x" ışınımlar keşfetti. Bir hafta sonra eşinin elini x ışınlarıyla ilk kez fotoğraflayınca kemiklerinin göründüğünü fark etti. Bu yöntemin tıbbi amaçlı beden görüntülemede kullanılabileceği fark edildiğinden beri x ışınları tıp alanındaki en önemli icatlardan biri olarak görülmektedir.

Marie Curie laboratuvarında

Polonya asıllı kimyager Maria Sklodowska Curie 1903'te Nobel Ödülü alan ilk kadın oldu. Radyoaktivite alanına yaptığı katkılar ve radyum elementini keşfi, kanser gibi hastalıkların yenilmesinde insanlığa bir yardım eli olmuştur. Kendisi ayrıca Nobel Ödülü'ne ikinci defa layık görülen ilk kişi ve iki ödülü farklı bilim alanlarında alan tek kişidir. Birinci Dünya Savaşı sırasında Curie, x ışını karavanları kurdu ve bunların içinde bulunan "Küçük Curie'ler" ismini verdiği mobil radyografi cihazlarını kullanabilmeleri ve hastalara zamanında müdahale edebilmeleri için yüz elli kadını eğitti. Ayrıca Nobel Ödüllerinden kazandığı altınları savaştakilere bağışlamak istedi.

attı, hastalık ve ölüm oranlarında büyük bir düşüş yaşanmasını sağladı. Hastalıkların sebepleri üzerine yapılan detaylı çalışmalar, bulaşıcı hastalıklara karşı aşının geliştirilmesi ve insan fizyolojisinin çok daha iyi anlaşılmaya başlaması, bir sonraki yüzyılda yaşanacak önemli gelişmeler için uygun ortamı hazırladı.

Kolaylık Sağlayan İcatlar

18. yüzyıldan 20. yüzyıla kadar olan dönemi diğerlerinden ayıran en önemli özellik bu dönemde "kolaylık sağlayan" icat ve keşiflerin olmasıydı. Bu icatların bazıları tek başlarına çok büyük bir anlam ifade etmeseler de farklı keşif ve icatların geliştirilmesinin temelini attıkları için önemliydiler. Örneğin 1724'te Alman termometre imalatçısı Daniel Gabriel Fahrenheit, sıcaklığı ölçmek için bir derece geliştirmişti. Kendisi ayrıca termometrede cıva kullanan ilk kişiydi. Sıcaklık derecesi ve termometre, termodinamik biliminin ilerlemesine katkı sağlayan icatlardı; bu alandaki gelişmeler sayesinde buhar gücü ve içten yanmalı motorun keşfi mümkün olmuştu.

Benzer bir şekilde, elektrik ve manyetizma teorilerinin geliştirilmesi 19. yüzyılın teknolojisinde önemli bir rol oynadı. Aydınlatma, ulaşım, üretim endüstrisi vb. alanlarda kullanılan elektrik enerjisi, telgraf, telefon ve radyo gibi birçok keşfin altında elektrik ve manyetizma alanında yapılmış önemli araştırma ve çalışmalar yatmaktadır.

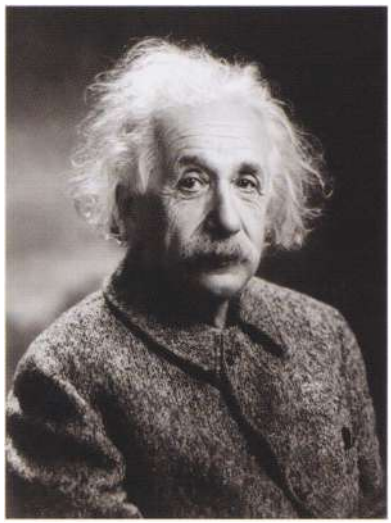
Elektromanyetizma teorisi ortaya atıldıktan sonra geriye anlaşılması gereken bir tek mikroskobik ve submikroskobik maddelerin doğası kalmıştı. İngiliz öğretmen John Dalton, 19. yüzyılın ilk yıllarında maddenin atom yapısı ile ilgili tutarlı bir teori ileri sürdü. Dalton'ın atom teorisi, daha önce Antik Yunan ve Hintli filozofların maddeyi oluşturan bölünemez parçacıklar hakkında söylediklerinden çok daha incelikli bir kuramdı. Dalton çalışmalarını *New System of Chemical*

Philosophy [Yeni Kimya Felsefesi Sistemi] isimli kitabında topladı.

19. yüzyılın ortalarında Faraday ve James Clerk Maxwell'in öncü çalışmaları sayesinde elektriğin incelenmeye başlamasıyla beraber birçok biliminsanı elektriğin parçalı bir yapısı olduğunu düşünmeye başladı. Cambridge Üniversitesi'nde çalışan biliminsanı J.J. Thompson 1897'de ilk atom altı parçacık olan elektronu keşfetti. Bu keşifle beraber submikroskobik parçacıklar dünyasında yeni bir araştırma alanı açılmış oldu.

1896'da Henri Becquerel bazı minerallerin fotoğrafik plakaları karartan birtakım ışınlar saçtıklarını fark etti. Bu radyoaktivite olgusunun keşfedilmesi, atomun yapısının anlaşılması açısından önemliydi. Sonrasında Leh kimyager Marie Curie, Fransız eşi Pierre Curie ve Yeni Zellandalı Ernest Rutherford'un araştırmaları sayesinde radyoaktivitenin doğası aydınlığa kavuştu ve bu çalışmalar maddenin atomik seviyedeki yapısının çözülmesinde önemli rol oynadı. Curie'lerin çalışması kanser gibi hastalıklara etkili bir tedavi yöntemi sağladı.

20. yüzyılın ilk yılları, modern fiziğin mimarlarından Albert Einstein'ın İzafiyet Teorisi'nin doğuşunu gördü. Bulduğu $E=mc^2$ denklemi, evrende yeni bir dehşet çeşidi olan atom bombasının geliştirilmesine sebep oldu. 1905'te Einstein patent dairesinde çalışırken fizik üzerine yeni ufuklar açan üç makale yazdı. Bunlardan birinde uzay ve zaman üzerine yeni radikal bir teori ortaya attı. Diğerinde yeni keşfedilmiş fotoelektrik etki üzerine açıklamalar yaparak ışığın doğasına yeni bir yaklaşım önerdi. Bu makalesinde, 1900'de



Albert Einstein

20. yüzyılın en ünlü biliminsanı Albert Einstein İzafiyet Teorisi'yle Newton prensiplerini yıkarak yankı uyandırdı. Einstein $E=mc^2$ denklemini yayımladığında bunun atom bombasının keşfine neden olabileceğini öngöremedi. Almanların atom bombası yapacağından endişe eden Einstein, Başkan Roosevelt'e Ağustos 1939'da yazdığı bir mektubunda atomik enerjinin potansiyelinden bahsetti ve başkanı, düşman bir bomba yapmadan evvel onların bir tane yapmaları gerektiği konusunda uyardı. Ne yazık ki bomba Amerikalılar tarafında Japonlara karşı kullanıldı.

enerjinin (ya da ışığın) kuantum ismini verdiği enerji paketleri biçiminde açığa çıktığını ileri süren Max Planck'in fikirlerini temel aldı.

İzafiyet ve sonrasında kuantum mekaniği modern fiziğin temelleri oldu. Böylelikle madde, enerji ve evrenin doğasının daha iyi anlaşılmasıyla 20. yüzyılda birçok teknolojik gelişme yaşandı.

1700'den 1914'e kadarki dönem insanlık için bilim ve teknolojik ilerlemenin en yenilikçi dönemi olmuştur. Ulaşım ve iletişime hız kazandıran Sanayi Devrimi ile tıp ve tarım alanındaki gelişmeler dünya nüfusunun büyük bir kısmının yaşam biçimini çarpıcı bir şekilde değiştirdi.

Ancak iki yüzyıl boyunca tanıklık edilen değişim temposu ilerleyen yüzyıllarda yaşanacaklara kıyasla hiçbir şeydi. 20. yüzyıldaki yenilikler, avcılık ve toplayıcılıktan yerleşik tarım hayatına geçiş ya da buhar gücünün kullanıma girmesi kadar radikal olacaktı.

Dönemin Mucitleri

Birçok bilimsel ve teknolojik gelişme genellikle diğer biliminsanlarının araştırmaları üzerine inşa edilir, nadiren bir biliminsanının yalnızca kendi yaptığı çalışmalarla bir icat ya da keşif yaptığı görülmüştür. Ancak bazı öncü biliminsanları vardır ki bilim ve teknolojiye yaptıkları katkılarla uğraştıkları alanda yeni ufuklar açmışlardır. 18 ve 19. yüzyıllar, bu dönemi teknolojik gelişmeler açısından istisnai kılan birçok yenilikçi biliminsanı yetiştirmiştir.

18. yüzyılda madencilik, ulaşım ve üretim endüstrisi alanında devrim yapan teknoloji buhar makinesiydi. Glasgow'da bir alet üreticisi olan James Watt, ilk kullanılabilir buhar makinesini yapan kişiydi. Bu makine, birkaç onyıl önce icat edilen ve o dönemde kullanımda olan Newcomen buhar makinesine getirilmiş muazzam bir yenilikti. Watt'ın makinesinde yoğuşma için farklı bir bölme vardı ve dönen bir mili hareket ettirebiliyordu. Watt'ın daha fazla makine üretmek ve patent alabilmek için yeterli sermayesi yoktu, bu nedenle bir dökümhane sahibi olan Matthew Boulton ile makineleri üretmek ve satmak için işbirliği yaptı. Buhar makineleri çokça satıldı ve madencilikte yaygınlaşmaya başladıktan sonra tekstil fabrikalarında da kulanılmaya başladı.

Michael Faraday

19. yüzyılın en büyük mucitlerinden biri olan Faraday, kariyerine bir mücellit çırağı olarak başladı. Kimya problemleriyle ilgilenen Faraday daha sonra elektriğe merak saldı. Faraday, elektrik ve elektrokimya alanlarına önemli katkılarda bulundu. Kendisi muhtemelen kâğıt paranın üzerinde resmi bulunan tek biliminsanıdır.

Watt'ın makinesi Sanayi Devrimi'nin önünü açarken, Michael Faraday'in elektrik ve manyetizma üzerine yaptığı çalışmalar başka bir enerji kaynağının keşfiyle sonuçlandı: elektrik. Faraday fakir bir demircinin, mücellit çırağı olmak için okulu bırakmak zorunda olan oğluydu. Okulu bırakıp işe başladığında birçok kitaba erişme fırsatı bulan Faraday, kimya üzerine sayısız kitap okudu. Daha sonra ünlü kimyager Humphry Davy'nin asistanı oldu ve ve kimyanın birçok alanında çalışmaya başladı. Danimarkalı biliminsanı Oersted'in elektrik ve manyetizma etkileşimi üzerine yaptığı deneyi öğrendikten sonra elektrik üzerine yaptığı bir çalışma onun fark edilmesini sağladı. Faraday 1821'de ilk elektrik motorunu yaptı (ancak ondan önce başkalarının da elektrik motoru yaptığına ilişkin tartışmalar vardı) ve böylelikle ilk defa elektriğin bir enerji kaynağı olarak kullanılabileceği anlaşıldı.

Daha sonraki dönemde Faraday, uzun ömürlü ve güvenli bir elektrik enerjisi üretmesinden sonraki en büyük başarısı olarak nitelendirilebilecek elektromanyetik indüksiyonu keşfetti. O zamana dek elektrik akımı yalnızca ilkel bir çeşit akü olan voltaik pillerle elde edilebiliyordu ancak Faraday'in bu keşfiyle elektrik enerjisi herhangi bir mekanik enerji türü kullanarak üretilebilecekti. Faraday bunun yapılabilirliğini ispatlamak için ilk dinamoyu geliştirdi. Faraday'in elektromanyetik in-

düksiyon üzerine yaptığı çalışmaları başka bir İngiliz biliminsanı James Maxwell'in elektromanyetizma teorisini kapsamlı bir şekilde formüle etmesine ve bunu takiben radyonun icadına bir adım niteliğindeydi.

Faraday ve Watt gibi biliminsanlarının icatlarının devrimci bir doğası olsa da 19 ve 20. yüzyılların yenilikçi ruhunun somut örneği olan dâhi, "Menlo Park'ın Büyücüsü" Thomas Alva Edison'dur. Ohio'lu mütevazı bir ailenin çocuğu olan Edison, çocukluğunda trenlerde gazete sattı, gençliğinde ise telgraf operatörü oldu. Onun yaratıcı ruhu genç yaşta telgrafla ilgili yaptığı birtakım icatlarda bile kendini gösteriyordu. 1869'da Gold and Stock Telegraph Company için gelişmiş bir borsa takip ekranı tasarladı, şirket bunun karşılığında Edison'a kırk bin dolar ödedi.

Hayatının geri kalanını birçok icat üzerinde çalışarak geçireceği New Jersey'e taşındı. İlk büyük başarısı 1877'de gramofonu icat etmesiydi. Birçok açıdan ilkel olan bu alet getirdiği yenilik açısından oldukça önemliydi. Edison Menlo Park'ta türünün ilk örneği olan bir endüstriyel araştırma laboratuvarı kurup işe birkaç mühendis aldı.

Edison ve mühendisleri, daha sonra telefonların ağızlık kısmında yoğunlukla kullanılacak olan karbon mikrofon gibi birtakım icatlar yaptılar. Ancak onun bir sonraki büyük icadı kullanılabilir enkandesan ampul olacaktı. Ampuller daha önce icat edilmişti fakat dayanıklı değillerdi. Edison'un mühendisleri 1879'da Edison karbon filamanların daha dayanıklı olduğunu keşfedene dek filaman olarak kullanılabilecek birçok materyal üzerine çalışmışlardı. Edison daha sonra, Edison Electric Light Company'yi kurdu, evlerde ve şehirlerde elektrik lambalarının kullanılmasını teşvik etti. Aynı zamanda elektrik enerjisini üretme ve dağıtma konusunda da birçok yöntem geliştirdi.

Edison hayatı boyunca bini aşkın patent aldı. Yaratıcı bir deha olarak görülmesindeki tek neden bu değildi elbette, yaptığı tüm icatlar doğası gereği halk arasında oldukça hızlı yayıldı. Gramofon, ampul, hareketli resim kamerası ve kinetoskop, ona muazzam bir popülarite ve ün kazandırdı.

Yaşadığı dönemde oldukça ünlü olan bir başka Amerikalı mucit de Alexander Graham Bell'di. Edinburgh'da doğan Bell, yirmi dört yaşında ABD'ye taşınıp işitme engellilerle çalışmaya başladı. Boş zamanlarında ise telgrafın tasarımını geliştirmekle uğraştı.

19. yüzyılın sonlarına doğru telgraf yaygın bir şekilde kullanılıyordu. Aslında ticarethane ve işletmelerin belkemiği olmuştu. Telgrafın etkisi, günümüzde internetin etkisiyle karşılaştırılabilir. Buna rağmen o dönemde telgrafın halen geliştirilmeye ihtiyacı vardı, özellikle yeni kablolar döşemek yerine aynı kablo üzerinden eşzamanlı ve çoklu mesaj gönderilebilmesi gerekiyordu. İçlerinde Edison'un da bulunduğu bir grup mucit, bu problemi çözmeye çalışıyordu.

Bell, asistanı Thomas Watson ile birlikte insan sesini telgraf üzerinden göndermeye çalışıyordu. 1876'da Bell, bitişik odadaki asistanına şu meşhur cümleyi iletebilmeyi başardı: "Bay Watson, buraya gelin, sizi görmek istiyorum."

Thomas Alva Edison

Thomas Alva Edison, 1.093 tane patentiyle rekor kırmış Amerikalı bir mucitti. Edison'un ilk kullanılabilir ampul, gramofon, ilk hareketli resim aleti ve mikrofon gibi birçok icadın altında imzası vardır. Ayrıca dünyanın ilk endüstri laboratuvarı olan Invention Factory'yi New Jersey'de kurmuştur. Bu fotoğrafta Edison, önemli icatlarından biri olan gramofonla çalışıyor.

Alexander Graham Bell

İskoç odyolog ve mucit Alexander Graham Bell, 1876'da telefonu icat etmeden önce işitme engellilerin konuşma eğitimine büyük katkılarda bulundu. Telefonu icat ettikten sonra yaptığı deneylere devam etti ve 1880'de modern fiber optiğin habercisi olan fotofonu geliştirdi. Bell burada New York-Chicago telefon hattının açılış töreninde.

Telefon, bu birkaç kelimeyle hayata geçti. Kısa bir süre içinde Bell, telefonun uzun mesafeler arası da çalışabildiğini ispat etti fakat patentini Western Union Telgraf Şirketi'ne satmayı teklif ettiğinde, bu aletin yalnızca bir oyuncak olduğu gerekçesiyle reddedildi! Patenti elden çıkarmaktan vazgeçen Bell ve Watson, Bell Telephone Company'yi kurdular; bu şirket dünyanın en başarılı şirketlerinden biri oldu.

İletişim dünyamıza önemli katkılardan biri de İtalyan mucit Guglielmo Marconi tarafından yapıldı. İtalya'da doğan Marconi, genç yaşında elektriğe ilgi duymaya başladı. Hertz dalgalarıyla deneyler yapıyordu (o dönemde radyo dalgaları biliniyordu); 1897'de henüz yirmi üç yaşındayken telgraf mesajlarını kablosuz olarak altı kilometrelik bir mesafeden göndermeyi başardı. Akabinde 1902'de Atlantik üzerinden kablosuz mesaj göndermeyi başaran Marconi, oldukça masraflı olan kablolu telgraf yerine radyo iletişiminin kullanılabileceğini kanıtladı. Kablosuz bir telgraf oluşturmak için radyo dalgalarının kullanılması yeni olmasa da Marconi'nin başarısı bu dalgaları uzun mesafelere aktarabilmesinde yatıyordu. 1909'da kablosuz telgraf üzerine yaptıkları öncü çalışmalar nedeniyle Ferdinand Braun ile birlikte Nobel Fizik Ödülü'nü aldı.

1700'den 1914'e kadar olan zaman dilimine, bu dönemde birçok biliminsanının önemli icatlar yapması sebebiyle mucitler çağı denilebilir. Bu biliminsanlarından bazıları yeni fikirleriyle bir ilki başarırken kimileri de mevcut teknolojinin daha kullanılabilir ve ticarileştirilebilir olması için önemli çalışmalar yaptılar. Amerika'dakiler başta olmak üzere çoğu mucit, yaptıkları icatlarla büyük bir servet kazanan girişimcilerdi. Bunların arasında Bell, Edison, Wright Kardeşler, Bessemer ve James Watt vardı. Ne var ki laboratuvarlarında yalnız çalışan mucitler çağı bitmek üzereydi.

20. yüzyıl, çoğu araştırmanın ve teknolojik gelişmenin gerçekleştirildiği endüstriyel laboratuvarların ve devletlerin sponsorluğunda kurulmuş üniversite ve enstitülerdeki büyük laboratuvar altyapısının dönemi oldu. Bu açıdan bakıldığında Edison'un Menlo Park'ta kurduğu endüstri laboratuvarı önemli bir atılımdı. Bu kurum bir anlamda icatların geleceğini tahmin etmişti.

SAVAŞ DÖNEMİ

GELİŞME VE YIKIM (1914-1950)

Nükleer çağın başlangıcı

1945'te nükleer silahların gelişip kulanılmasıyla savaş sanayisi önemli ölçüde değişti. İkinci Dünya Savaşı sonrası siyasi senaryo ABD ve Sovyetler Birliği arasındaki soğuk savaş ve silahlanma yarışı tarafından belirlenmişti. Son yirmi otuz yıldır daha büyük, daha etkili nükleer silahlar ve taşıma sistemleri geliştiriliyordu. 1952'de Ivy Mike Testi –ABD'nin ilk füzyon bombası testi– burada da görüldüğü gibi mantar şeklinde nükleer bulut yarattı.

DÜNYA SAVAŞLARI

Sanayi Devrimi 19. yüzyılda Avrupa'daki teknolojik ilerleme temposunu hızlandırmıştı. Bu teknolojik gelişmeler –yeni enerji kaynakları (buhar gücü ve elektrik), yeni ulaşım biçimleri (demiryolları, otomobil, hava taşıtı, buharlı gemi), daha hızlı bir iletişim altyapısı (telgraf, telefon) ve daha etkili tıbbi müdahaleler (aşılama, antiseptik) keşfedilmişti– Avrupa'yı dev bir askeri ve ekonomik lider haline getirdi. Bunu takiben, Kuzey Amerika ve Japonya gibi yükselen ekonomiler ve Avrupa kolonileri arasında yaygınlaşan milliyetçi ideoloji, Avrupa'nın hegemonyasına meydan okudu ve Birinci Dünya Savaşı başladı.

Birinci Dünya Savaşı 1930'larda Büyük Buhran'la sonuçlandı. Avrupalı ülkelerin hükümetleri ekonomik çöküşten çıkmaya çabalarken ABD, Sovyetler Birliği ve Japonya yeni bir askeri ve ekonomik güç unsuru haline gelip Avrupa'nın üstünlüğüne son verdiler. Birinci Dünya Savaşı'nın ardından yaşanan güç dengelerinin değişimiyle bu dönemde ABD, dünyanın endüstriyel santralı haline geldi.

Amerikan Yüzyılı olarak da adlandırılan 20. yüzyıl, iki dünya savaşı arasında ABD'nin endüstriyel, ekonomik ve askeri güç bakımından yükselişine tanıklık etti. Bunun birkaç sebebi vardı. ABD, Birinci Dünya Savaşı'nda diğerleriyle kıyaslandığında etkilenmeyen tek devletti. Avrupa ekonomisi dört yıl süren yıkıcı savaşın mali kaybını telafi etmeye çalışıyordu. ABD'nin başarısı, aynı zamanda bu dönemde bir kıta büyüklüğündeki devletin doğal kaynaklarının farkına varması, tarımsal ve endüstriyel üretimde muazzam bir artış yaşanmasıyla da alakalıdır. Amerikalı girişimciler özellikle teknolojik yenilikleri asimile etmede ve onlara ticari değer kazandırma konusunda oldukça başarılıydılar. Dünya savaşlarında kullanılmak üzere askeri makineler üretmek için kurulan devasa endüstrinin de bozulmadan kalması Amerikan ekonomisinin büyümesini sağladı.

Birinci Dünya Savaşı'ndan sonra dünya, icatlar bakımından eşi benzeri görülmemiş bir döneme şahit oldu. Tarım, tekstil, yeni materyaller, iletişim, ulaşım, askeri teknoloji, inşa teknikleri ve tıp alanlarında yaşanan gelişmeler toplumun işleyiş biçimini değiştirdi. Teknolojik gelişmeler ve icatların yanı sıra doğa hakkındaki bilgiler de muazzam bir oranda arttı. Submikroskobik ölçekte yaşanan doğa olaylarını açıklayan kuantum mekaniği, 1920 ve 1930'lu yılların en önemli başarısıydı. Einstein'ın zaman ve evrenin çok büyük bir ölçekte nasıl

hareket ettiğini detaylı bir şekilde açıklayan İzafiyet Teorisi, bu dönemin bir diğer düşünsel yetenek gösterisiydi.

Bu dönemdeki başka bir gelişme de "küçük bilim"in yerini "büyük bilim"e bırakmasıydı. Önceki yüzyıllarda bilimsel araştırmalar, boş zamanlarını değerlendiren kişiler veya tek başına çalışan zanaatkârlar tarafından yapılıyordu. Bilimsel ilerlemenin bu seyri 20. yüzyılda değişti. Edison, 19. yüzyılın sonunda Menlo Park'ta kurduğu endüstriyel laboratuvarıyla bilimin nasıl ilerlemesi gerektiğini göstermişti. 20. yüzyıl (çoğunlukla ABD'de) araştırma üniversiteleri, bilimsel ve teknolojik ilerlemenin kaynağı olarak görülen endüstri ve hükümet laboratuvarlarının kuruluşuna tanıklık etti.

1913: Ham petrol arıtımı için termal kraking tekniği kullanıldı.

1914: Avrupa'nın büyük güçleri arasında başlayan Birinci Dünya Savaşı tüm dünyayı içine çekti.

1916: Einstein İzafiyet Teorisi'ni yayımladı.

1917: Rusya'daki Sovyet Devrimi Romanov Hanedanlığı'nı devirdi, Sovyetler Birliği kuruldu. Amerika dünya savaşına girdi.

1918: Birinci Dünya Savaşı Almanya'nın mağlubiyetiyle sonlandı. Almanya'da Weimar Cumhuriyeti kuruldu.

1920: Birinci Dünya Savaşı'nın ardından büyük devletler barışı korumak için Milletler Cemiyeti'ni kurdu. ABD'de kadınlara oy kullanma hakkı verildi.

1921: Çin Komünist Partisi kuruldu. İran'da darbe sonrası Rıza Pehlevi şah ilan edildi. İnsülin keşfedildi.

1922: Filmlerde technicolor tekniği kullanılmaya başladı.

1922: Benito Mussolini İtalya'da başa geçti. Joyce, *Ulysses*'i yayımladı. İrlanda bağımsızlığını kazandı.

1923: Mustafa Kemal Atatürk Osmanlı İmparatorluğu'nun çöküşünden sonra Türkiye Cumhuriyeti'ni kurdu. De Broglie dalga-parçacık ikiliğini ileri sürdü.

1925: Hitler *Kavgam*'ı yayımladı.

1926: Schrödinger kendi içinde tutarlı bir kuantum teorisi sundu. Goddard ilk likit yakıtlı roketi fırlattı. İlk sesli film gösterime girdi.

1927: Lindberg'in tek başına yaptığı ilk direkt transatlantik uçuşu. Heisenberg kuantum mekaniğinde Belirsizlik İlkesi'ni formüle etti.

1928: Penisilinin icadı.

1929: Edwin Hubble evrenin genişlediğini keşfetti. Borsaların çöküşüyle Büyük Buhran başladı.

1930: Plüton'un keşfi.

1931: Dünyanın en yüksek yapısı olan Empire State Binası, New York'ta inşa edildi.

1932: Suudi Arabistan Krallığı kuruldu. Aldous Huxley, *Cesur Yeni Dünya*'yı yayımladı.

1933: Almanya'da Naziler iktidara geldi ve Almanya'daki Yahudilerin yok edilmesi için sistematik bir kampanya başlattılar. ABD, Yeni Düzen'i başlattı. Roosevelt ABD başkanı oldu.

1934: Komünist ordunun Uzun Yürüyüş'ü başladı.

1935: Mussolini, Etiyopya'yı ele geçirdi.

1936: İspanya İç Savaşı. Stalinci Büyük Temizlik döneminin başlangıcı.

1937: Japon kuvvetleri Çin'e saldırdı. Japonya'nın Çin işgali başladı.

1938: Britanya, Almanya, Fransa ve İtalya liderleri Münih Antlaşması'nı imzaladı. Hitler Avusturya'yı topraklarına kattı. Volkswagen Beetle'ı piyasaya sürdü.

Almanya'da 1938'de piyasaya sürülen Volkswagen Beetle, çok satan arabalardandı.

1939: Almanya Polonya'yı işgal edince İkinci Dünya Savaşı başladı. Alman-Sovyet Saldırmazlık Paktı imzalandı. Rusya Finlandiya'yı işgal etti.

1940: Britanya Savaşı. Naziler Danimarka, Belçika ve Fransa'yı işgal etti.

1941: Japon hava birlikleri Pearl Harbor'a saldırdı. ABD savaşa girdi. ABD ve Britanya arasında Atlantik Bildirisi imzalandı. Almanya Sovyetler Birliği'ne saldırdı. Leningrad Kuşatması.

1942: Japonya, Endonezya ve Manila'yı işgal etti. Hindistan'da Britanya hâkimiyetini sonlandırmak için Hindistan Özgürlük Hareketi başladı. Japonya, Myanmar'a saldırdı. Alman kuvvetleri Stalingrad'da yenildi. İlk kontrollü zincirleme nükleer reaksiyon başlatıldı.

1943: İtalya, Müttefik Devletler'e teslim oldu. Roosevelt, Churchill ve Stalin, Hitler'i yenmek için Tahran Konferansı'nda bir araya geldi.

1944: Müttefik Devletler kuvvetleri Normandiya'ya çıktı. Almanya V-2 füzeleriyle Londra'yı bombaladı.

1945: Savaş sonrası Avrupa'nın kaderini belirlemek üzere Yalta Konferansı yapıldı. Dresden Bombardımanı. Hiroşima ve Nagasaki'ye atom bombası saldırısı. Almanya ve Japonya'nın mağlubiyetiyle İkinci Dünya Savaşı sona erdi. Nükleer silah üretimi başladı.

1946: Birleşmiş Milletler'in ilk buluşması. İlk bilgisayar yapıldı.

1947: Hindistan bağımsızlığına kavuştu. Britanya Hindistan'ı, Hindistan ve Pakistan olarak ikiye böldü. Polaroid kamera ve transistor icat edildi.

1948: Avrupa'nın yeniden inşası için büyük Marshall Planı başlatıldı. İsrail Devleti kuruldu.

1949: NATO kuruldu. Çin Halk Cumhuriyeti doğdu. Endonezya'da Sukarno başkanlığı devraldı. İlk sivil jet uçağı kalkış yaptı.

1950: Hindistan Cumhuriyet oldu. Kore Savaşı başladı.

Üretim

Üretim endüstrisi, iki dünya savaşı arasındaki dönemde büyük bir değişime uğradı. Henry Ford'un üretimde verimliliği artırmak için montaj bandı kullanma fikri, birçok fabrika için model oldu. Bundan önce, 1911'de Amerikalı mühendis Frederick Taylor, işçilerin denetlenmesi, işçilerin verimlilik ölçütü ve bir işin daha küçük iş kalemlerine bölünüp bu iş kalemlerinin bireysel işçiler tarafından icra edilmesi gibi birçok konuyu içeren bilimsel yönetim prensiplerini açık bir şekilde ifade etmişti. Birkaç onyıl sonra, Amerikalı sanayiciler üretimde bu prensipleri uygulamaya başladılar, bu sayede daha iyi verim aldılar.

Tarım

Tarım makineleri ve kimyasal gübreler, 19. yüzyıldan önce zaten tarımsal üretim verimliliğini epey artırmıştı. Önceleri buhar gücüyle çalışan ancak sonra içten yanmalı motorla kullanılmaya başlayan traktör ve çok işlevli hasat makineleri, verim ve gücün artırılmasına yardımcı oldu. Tarımda bu aletlerin kullanımı, özellikle ABD'deki büyük çiftliklerde yaygınlaştı.

Savaş döneminde petrol bazlı sentetik gübreler kullanıma girdi. Kimya endüstrisinin gelişmesiyle birlikte böcek ve bitki ilaçları üretilmeye başladı. DDT (dikloro difenil trikloroethan) bu dönemden 1960'lara kadar yaygın bir biçimde kullanılan meşhur bir böcek ilacıydı. 19. yüzyılın sonlarında sentezlenmeye başlanan DDT'nin zararlı böcekler üzerinde oldukça etkili olduğunu 1939'da İsveçli kimyager Paul Müller keşfetti. İkinci Dünya Savaşı'nda sivrisinek tehditinin azaltılmasında etkin bir biçimde kullanılan bu ilaç, kısa bir süre sonra tarımda da kullanılmaya başladı.

Tekstil

Neredeyse tamamen pamuk, keten ve ipek gibi doğal liflere dayanan tekstil endüstrisinde sentetik liflerin kullanımı gitgide artmaya başladı. 19. yüzyıldan beri bilinen sentetik liflerin kullanımı bu dönemde popülerlik kazandı. Yapay ipek üretimi çalışmaları günümüzde rayon olarak bilinen sentetik ipek kumaşının üretilmesiyle sonuçlandı. Bu kumaşın üretimiyle tekstil endüstrisinde ilk defa yapay iplik kullanıldı. En popüler sentetik iplik olan naylon, 1930'larda DuPont tarafından geliştirildi. Bu iplik, petrol ürünlerinden plastik yapımı tekniklerinden bazılarının kullanılmasıyla sentezleniyordu. Naylon, hafifliği ve esnekliği nedeniyle çok amaçlı bir kumaştı ve tekstil, iç çamaşırı, paraşüt gibi birçok alanda kullanıldı.

Ford montaj bandı

Montaj bandı, 19. yüzyılda üretim piyasasına girmiş olsa da Henry Ford'un bu teknolojiyi araba üretimine uyarlamasıyla endüstriyel üretimde yaygınlaşmaya başladı. Ford, 1914'te ilk konveyör kayışlı üretim bandını Highland Park, Michigan'daki otomobil fabrikasında kullanmaya başladı. Zamandan tasarruf edilerek verimliliği artırılan üretim sayesinde otomobil, uygun fiyatla satışa sunuldu. Savaş döneminde, zaman ve hareket araştırmalarıyla üretim verimliliği arttı ve yönetim tekniklerinde gelişmeler yaşandı.

Petrol

Benzinle çalışan içten yanmalı motorun yaygınlaşmasıyla petrole olan bağlılık arttı. Petrol rafinasyon teknikleri bu dönemde gelişti; petrokimyasallar ve plastikler üretilmeye başladı. 1913'te keşfedilen termal kraking bir dönüm noktası oldu; bu dönemde petrol rafinasyonu için yaygın bir şekilde kullanıldı. Bu yöntemle petroldeki ağır moleküller ısı ve basınç kullanılarak "kırıldı" ve daha küçük parçalara ayrıldı. Bu yöntemin yerini 1936'da zeolit olarak bilinen bir katalizör kullanılan katalitik kraking yöntemi aldı. Reaksiyonları hızlandıran katalizör sayesinde petrolden elde edilen ürün verimi de arttı.

Plastik ve Diğer Materyaller

Plastik üretiminin başlaması bu dönemin en önemli gelişmelerinden biriydi. Plastik, petrol rafinasyon tekniklerinin gelişmesinin ve petrol kimyasının daha iyi anlaşılmasının bir sonucuydu. 19. yüzyılda selüloit ve parkesin gibi organik kimyasallardan plastik elde ediliyordu fakat üretimine geçilmemişti ve popüler değildi. 1908'de Belçika doğumlu kimyager ve girişimci Leo Baekeland, bakalit isimli yeni bir materyalin patentini aldı. Formaldehit ve diğer kimyasallardan üretilen bakalit, yalıtım özelliği nedeniyle elektrikli aygıtlarda kullanıldı.

Termal ve katalitik kraking yöntemlerinin keşfinden sonra plastik endüstrisi hızla büyüdü. Çoğunlukla petrolden elde edilen çeşitli plastikler birçok alanda kullanıma girdi. Boya, boru ve film üretimi gibi bir sürü alanda plastik, mevcut materyallerin yerini aldı. Ayrıca yapı ve inşa endüstrisinde de sık sık kullanıldı.

Bu dönemin mucizevi materyali plastik haricinde yeni malzeme keşifleri de oldu. 1913'te çeliğin kromla alaşımlanmasıyla paslanmaz çelik üretildi. Kısa bir süre içinde çeşitli metaller kullanılarak çeliğin farklı alaşımları keşfedildi; zaten çeliğin kendisi de demir ve karbon alaşımıydı. Elektrik kabloları, içten yanmalı motorlar, jet motorları ve aygıtları gibi farklı alan-

Petrol rafinasyonu

20. yüzyılda petrol talebinin artmasıyla petrol rafinasyonu teknikleri gelişti. Termal kraking yönteminin 1913'te keşfi petrokimya endüstrisinin başlangıcı niteliğindeydi. Termal kraking ve daha sonra katalitik kraking yöntemleri sayesinde ham petrolden büyük miktarlarda işe yarar bileşenler elde etmek mümkün oldu. Plastik endüstrisi bu teknoloji sayesinde doğdu.

larda kullanılmak üzere özel çelikler üretilmeye başladıkça metalurji endüstrisi de gelişti.

Alüminyum 19. yüzyılda keşfedilip izole edilmişti ancak 1886'da elektrikle özütleme işlemi keşfedilene değin büyük miktarlarda üretilemedi. 20. yüzyılın başlarında elektrik üretimindeki büyük artış sebebiyle alüminyumun ekstraksiyonu uygulanabilir hale geldi. Alüminyum hafifliği sebebiyle birçok alanda çelik ve bakırın alternatifiydi. Elektrik endüstrisi, inşaat, hava taşıtı ve ev aletleri üretiminde kullanılmaya başladı.

Birinci Dünya Savaşı sırasında Uzak Doğu'dan ve Güney Amerika'dan doğal kauçuk tedariği kesintiye uğradı. Bu nedenle Alman biliminsanları sentetik kauçuk üretebilmek için endüstriyel işlemler geliştirdiler; gerçi 1890'larda da laboratuvarda bir tür sentetik kauçuk üretmeyi başarmışlardı. Almanlar petrolün bir yan ürünü olan bütadienden kauçuk elde etmek için deneyler yaptılar. Savaştan sonra sentetik kauçuk ihtiyacı sona erdi fakat kauçuk türevi farklı malzemeler üretebilmek için yapılan bilimsel araştırmalar devam etti. 1933'te Almanlar bütadien ve stirenin bağ kurduğu "Buna S" adında bir çeşit suni kauçuk keşfettiler; bu kauçuk dev bir ticari başarıydı.

Elektrik

19. yüzyıl ve Sanayi Devrimi'nin yakıtı buhar gücüyken 20. yüzyılın enerji kaynağı elektrikti. 1914'e gelindiğinde motorlar ve diğer gereçlerde elektrik kullanımı oldukça yaygınlaşmıştı. 20. yüzyılın başlarında ABD ve Avrupa'daki evlerde elektrik kullanımının gitgide artmasıyla elektrik üretiminde ciddi bir artış yaşandı. Üretim ve diğer endüstrilerde buhar makinesinin yerini neredeyse tamamen elektrik gücü almıştı. Başlarda birçok yerde düz akım kullanılsa da bir süre sonra alternatif akımın uzun mesafelerde taşınmasının daha kolay ve daha az hasarlı olduğu anlaşıldı.

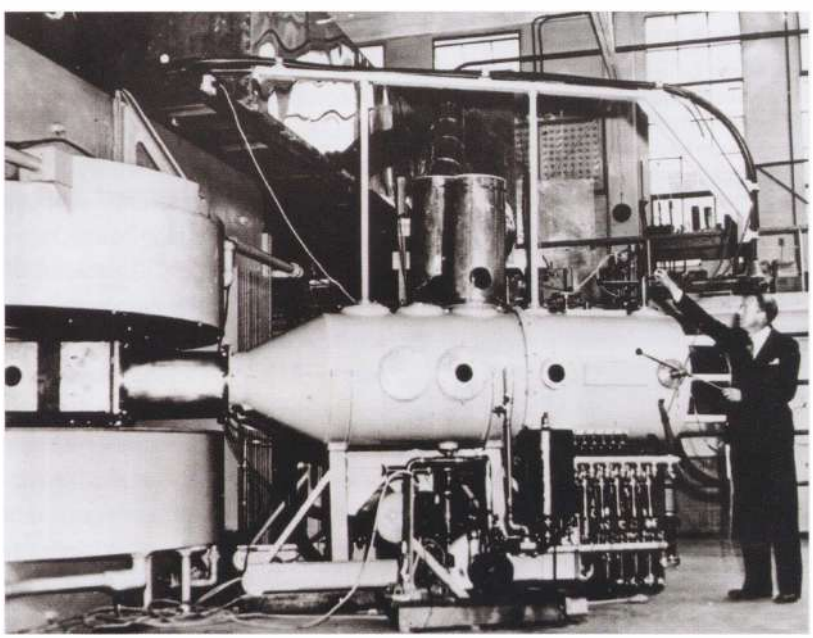
Elektrik üretimi genellikle benzin ya da kömür yakan buhar türbinlerinde ya da Niagara Şelalesi'ndeki öncü hidroelektrik santralı gibi dökülen veya akan suyun enerjisiyle üretiliyordu. Elektrik tüketimi arttığı için 1930'lu yıllara gelindiğinde büyük termik santrallar kurulmaya başladı. Ayrıca her yere elektrik dağıtımı yapabilmek için belli aralıklarla ara istasyonlar kuruldu.

Atom Bombası

Bu dönemin bir başka keşfi de atom çekirdeğindeki enerjinin açığa çıkarılmasıydı. Atom çekirdeğindeki muazzam güçle ilgili 1920 ve 1930'lu

Atom bombasının yapımı

Radyoaktivitenin, ardından da nükleer füzyonun keşfiyle maddenin atom altı doğasını incelemek için müthiş bir istek uyandı. Teorik açıdan kuantum mekaniği üzerine yapılan çalışmalar bu araştırma için oldukça önemliydi. Deneysel açıdan ise siklotron gibi makineler maddenin doğasının anlaşılması için paha biçilemez bir fırsat sunuyordu. Bu fotoğrafta Dr E.O. Lawrence atom bombası üretebilmek için siklotron ile çalışıyor.



Skorsky ve helikopteri

Helikopter benzeri taşıtlara ait çizimler Rönesans bilgelerinden Leonardo da Vinci'nin defterinde bulundu. 19. ve 20. yüzyılın başlarında helikopter inşa etmek için birçok girişimde bulunulsa da bunların hiçbiri başarılı olmadı. Rus asıllı Amerikalı havacılık mühendisi Igor Skorsky, uzun bir çalışma döneminin ardından geliştirdiği helikopterle 1939-40 yılları arasında başarılı test uçuşları gerçekleştirdi.

yıllarda birçok teorik araştırma yapılıyordu ancak bunların pek azı teknolojik amaçlar içindi. Atom çekirdeğinin yapısı kuantum mekaniği formülleri ve nükleer fizik araştırmalarıyla daha iyi anlaşıldı. 1932'de çekirdeğin atom altı bileşenlerinden biri olan nötron keşfedildi ve dünyanın çeşitli yerlerindeki biliminsanları maddenin nötron bombardımanı altındaki davranışını incelemeye başladı. 1939'da Otto Hahn ve çalışma arkadaşları, ağır atom çekirdeklerinin belirli nötron çeşitleriyle parçalanabileceğini gösterdiler. İtalyan biliminsanı Enrico Fermi de radyoaktif uranyum ve nötronlarla birtakım deneyler yaptı.

Fermi, 1938'de İtalya'daki faşizmden kaçarak ABD'ye gitti. 1939'da bir atom silahı yapmak için başlatılan Manhattan Projesi'nde çalışmaya başladı. ABD'nin bu girişimi Almanya'nın bir atom bombası yapma ihtimaline karşı başlamıştı. Fermi, kontrollü bir zincirleme nükleer reaksiyon yaratmakla görevlendirilmişti; 1942'de bu reaksiyon Chicago Üniversitesi'ndeki bir nükleer reaktörün içinde gerçekleşti. Artık ok yaydan çıkmıştı; bu gelişme ilerleyen yıllarda dünya tarihini ve siyasetini değiştirecekti.

Ulaşım

Birinci Dünya Savaşı'ndan önce içten yanmalı motor ve uçağın keşfi ulaşımda devrim yapmıştı. Ancak bu iki teknoloji de iki dünya savaşı arasındaki dönemde inanılmaz bir gelişme gösterdi. Henry Ford'un montaj bandıyla üretime geçmesinden sonra özellikle de ABD'de otomobil gitgide yaygınlaştı. Otomobilin dayanıklılığını ve kalitesini artırmaya yönelik birçok ilerleme kaydedildi. Bu gelişmelerin arasında, motorun elle çalıştırılmasını ortadan kaldıran marş teknolojisi, geliştirilmiş süspansiyonlar ve hidrolik sistemle çalışan dört teker disk freni vardı.

Havacılık teknolojisindeki ilerleme Wright Kardeşler'in yaptığı ilk uçuşla başlamıştı ancak dünya savaşı bu teknolojinin gelişimine ket vurdu. Savaştan sonra daha iyi ve uzun uçabilen uçaklar geliştirildi; 1919'da ilk direkt transatlantik uçuşu gerçekleşti. Havacılık tarihinin ilk önemli gelişmelerinden biri de çoklu motor kullanımına geçilmesiydi. Tek bir motor, kısıtlı gücüyle yakıtı, yolcuları ve kargoyu taşıyamıyordu.

1913'te Rus asıllı Amerikalı hava-

V-2 füzesi

İlk kez 1944'te savaşta kullanılan V-2 füzesi, Almanlar tarafından R.H. Goddard'ın roket teknolojisi kullanılarak inşa edildi. Başta katı yakıtlı roketlerle yaptığı deneylerin ardından Goddard 1926'da ilk likit yakıtlı roketi test etti. V-2 ilk süpersonik hızla giden balistik füzeydi ve 80 km irtifada uçuyordu.

cılık öncüsü Igor Skorsky ilk dört motorlu uçağı inşa etti ancak bu uçağın piyasaya sürülmesi uzun yıllar aldı. 1935'te dört motorlu uçakla California'dan Manila'ya ilk Pasifik aşırı uçuş gerçekleştirildi. Bu olayla birlikte ticari havacılık resmen başlamış oldu. İkinci Dünya Savaşı'nın patlak vermesi, daha iyi, hızlı ve güçlü uçaklar geliştirilmesi için itici bir güç oldu. Savaş döneminde piyadelerin ulaşımına hizmet eden uçaklar gibi birçok tasarım geliştirilip kullanıldı.

Jet motoru bu dönemin devrim niteliğindeki icatlarından biriydi. Jet tahrikinin kullanılması eski bir fikir olsa da bu alandaki ciddi çalışmalar 1920'lerde başladı. 1930'da İngiliz hava taşıtı çırağı Frank Whittle, turbojet itiş sisteminin patentini aldı. Bu tasarımın uygulanması ve test edilmesi yedi sene sürdü. Bu esnada, Almanya'daki mühendisler de bir jet motoru geliştirmeye çalışıyorlardı; 1939'da Heinkel Şirketi'ne ait jet motoru yerleştirilmiş hava taşıtı He 178, ilk uçuşunu yaptı. Sonrasında İkinci Dünya Savaşı boyunca jet motorlu birçok uçak kullanıldı. 1949'da ilk sivil jet uçağı kalkış yaptı.

Wright Kardeşlerin çift kanatlı uçaktaki başarılarından sonra havacılık teknolojisinde büyük ilerleme kaydedildi. Ancak bu dönemde uçan başka bir taşıt daha vardı: helikopter. Diklemesine kalkış yapabiliyor, havada durabiliyordu. Leonardo da Vinci helikopterin tasarımının önemli detaylarını çizmişti ancak bu tasarımı hayata geçirebilmek için yeterli enerji kaynaklarının geliştirilmesi beklendi. Zamanla farklı ülkelerden birçok biliminsanı başarılı bir helikopter yapabilmek için tasarımda radikal değişiklikler yaptı. 1912'de ters dönüşlü rotor ve hatve kontrol mekanizması, Danimarkalı mucit Jacob Christian Ellehammer tarafından icat edildi. Helikopter tasarımı üzerine çalışan Alman mühendisler 1936'da üçlü bir rotor model geliştirdiler. Üç yıl sonra Rus asıllı Amerikalı uçak mühendisi Igor Skorsky, tek ana motorlu ve dik kuyruklu bir helikopter yaptı. 1939'daki ilk başarılı uçuşunun ardından VS-300, tek rotorlu helikopterin prototipi oldu. Skorsky'nin tasarımı oldukça başarılıydı; sonraki yeniliklerin hepsi de temel tasarımın üzerinde yapılan ufak değişiklerden ibaretti.

Roketler

Bu dönemin ilgi odağı uçaklar ve uçan makineler olsa da bu esnada büyük gelişmeler yaşanan başka bir teknoloji daha vardı. Binyılın başından beri Çinliler tarafından kullanılan roketler, kısmen Jules Verne'in 1865'te yayımladığı ses getiren kitabı *Ay'a Seyahat* ile uzay yolculuğuna olan merakın artmasıyla, bu dönemde ilgi görmeye başladı. Rus biliminsanı Konstantin Tsiolkovs-

ki, yüzyılın başlarında roket tahrik ve hareket prensibinin temelleri üzerine çalışmalar yaptı.

Fakat en önemli ilerleme, roket uçuşu ve itişi üzerine birçok problem üzerinde çalışan Amerikalı mucit Robert Goddard'ın araştırmalarıyla kaydedildi. Goddard'ın araştırmaları katı ve likit yakıtla çalışan roket tasarımlarını içeriyordu. 1926'da ilk likit yakıtlı roket Auburn, Massachusetts'te test amacıyla ateşlendi. Roket havada yalnızca 2,5 saniye kalabildi, 12,5 metrelik bir irtifaya erişti. Modern Füze Bilimi'nin atası sayılan Goddard hayatı boyunca roketin tasarımını geliştirmek üzere çalıştı ancak bu tasarımların çoğunu yapacak sermayeyi bulamadı. 1919'da roket biliminin temelini anlattığı "A Method of Reaching Extreme Altitudes" [Yüksek İrtifalara Erişmenin Yöntemi] isimli kitapçığını yayımladı. Goddard'ın bu çalışmasını derinlemesine inceleyen Almanlar, İkinci Dünya Savaşı'nın son dönemlerinde yıkıcı etkisi olan ve bu nedenle adı kötüye çıkmış V-2 güdümlü füzeleri yaptılar.

Tıp

19. yüzyılda tıp teorisi ve pratiğinde dramatik bir değişim yaşandı. Giderek kabul görmeye başlayan bakteriyoloji ve mikrop teorisi sayesinde hastalıkların fiziksel sebeplerinin olduğu ve düzenli tedavi gerektirdiği anlaşılmaya başladı. Hastalık yapan çeşitli virüslerin ve aşının keşfiyle ölümcül hastalıkların artık tedavi edilebilir olduğu ve eskiden olduğu kadar ölüme sebep olamayacağı görüldü. Antiseptiklerin kullanıma girmesi özellikle cerrahi enfeksiyonların kontrol altına alınabilmesini sağladı.

Tıbbın bilimsel teorilerle desteklenmesiyle, başta farmakoloji olma üzere tıp alanında 20. yüzyılda yaşanacak büyük devrimler için gerekli zemin oluşmuştu. Önceleri bilimsel bir meraktan ibaret olan x ışınları, hastalık teşhislerinde sıklıkla kullanılmaya başladı ancak bu ışınların yaydığı ölümcül radyasyona maruz kalınmasının zararları çok daha sonra fark edilecekti.

Birinci Dünya Savaşı'nda yaralıları tedavi etmek için kullanılan cerrahi tekniklerde önemli bir ilerleme kaydedildi. Yine de milyonlarca insan yara enfeksiyonlarında uygulanacak etkili bir tedavi olmadığı için can verdi. Birkaç biliminsanı antibakteriyel bir madde bulabilmek için yoğun çalışmalar yaptı. Bunlardan biri de Britanyalı bakteriyolog Alexander Fleming'di. 1922'de, insan gözyaşında bulunan kimyasal lizozimin antibakteriyel özellikleri olduğunu keşfetti. Sonraki araştırmalarda bu maddenin çoğu enfeksiyon üzerinde etkisiz kaldığı, hatta yararlı bakterileri de öldürdüğü ortaya çıktı.

1928'de Fleming deneylerinden biri

Alexander Fleming laboratuvarında

İskoç bakteriyolog Sör Alexander Fleming ilk antibiyotik olan penisilini keşfederek bakteriyel enfeksiyonların tedavisinde bir devrim yaptı. Fleming'in 1929'da keşfettiği bu mucizevi ilacın büyük miktarlarda üretimi on yıldan uzun bir süre aldı. İkinci Dünya Savaşı esnasında ölüm oranının artmasıyla, ilacın üzerinde çalışan bir grup biliminsanı penisilin üreten küçük fabrikalar ağı kurmak için işe koyuldu ve ABD'de büyük miktarlarda penisilin üretimi yapan farmakoloji şirketlerinin kurulmasıyla milyonlarca insanın hayatı kurtuldu.

üzerinde çalışırken bir rastlantı sonucu belirli bir küfün varlığında bakteri kolonilerinin büyüme göstermediğini fark etti. Mantarların penisilyum ailesine mensup bu küf, ilk antibiyotikti. Fleming küfün içindeki antibakteriyel maddeyi çıkarıp çeşitli bakteriler üzerindeki etkisini gözlemledi ancak bu küften yeterli miktarda üretemeyen Fleming'in çalışması yarım kaldı.

1938'de Oxford Üniversitesi'nde çalışan iki kimyager Howard Florey ve Ernst Chain, Fleming'in yarım kalan çalışmasını incelediler ve yaratıcı tekniklerle kimyasalı arıtarak hayvanlar ve insanlar üzerinde denediler. Bu esnada dünyanın çeşitli yerlerinde biliminsanları, tüberküloza sebep olan bakteri ve streptokok boğaz ağrısına neden olan mikrop gibi belirli mikrop türlerine karşı etkili, çeşitli antibiyotikler keşfediyor, bunlar üzerine deneyler yapıyorlardı. Dünya artık bakterilere karşı etkili bir tedavi yöntemi olduğunu biliyordu. Ancak bu antibiyotikleri halk sağlığında bir fark yaratabilecek miktarlarda üretebilmek halen bir problemdi.

Yaraya yeterli miktarda antibiyotik uygulanmasının önemi, İkinci Dünya Savaşı'yla birlikte Britanya ve Amerika hükümetleri tarafından fark edildi. 1942'ye gelindiğinde antibiyotiklerin endüstriyel üretimi başlamış, savaşlarda milyonlarca insanın ölümüne engel olacağı anlaşılmıştı.

Bu dönemde ayrıca birçok vitamin tespit edildi, insan vücudu açısından önemli oldukları anlaşıldı. Uzun zamandır bilinen gıda eksikliği hastalıkları iskorbüt ve beriberiyi önleyici maddeler zaman içinde keşfedildi. Örneğin turunçgil meyveleri yemenin iskorbüt hastalığını önlediği biliniyordu ancak tam olarak hangi maddenin eksikliğinde bu hastalığın ortaya çıktığı bilinmiyordu. 1912'de Leh kimyager Kazimierz Funk, bazı vitamin eksikliklerini önleyen kompleks kimyasallardan birini keşfedip ona kompleks vitamin ismini verdi. Birkaç yıl içinde birçok biliminsanı hastalıkları önleyici bu kimyasalları belirlemeye başladı, bunların başlarına bir ön ek getirerek tamamına "Vitamin" ismini verdiler. 1943 yılına gelindiğinde hemen hemen tüm vitamin çeşitleri belirlenmiş, bu vitaminlerin insan vücudu açısından önemi anlaşılmıştı.

1922'de bir şeker hastasına uygulanan insülin enjeksiyonu muhteşem sonuçlar verdi. Kanadalı doktor Frederick Banting bu kimyasalı bir dana pankreasından elde etmeyi başarmıştı. Zaman içinde hayvanlardan elde edilen insülinin şeker hastalığı tedavisinde uygulanması yaygınlaştı.

Tanı biliminde x ışınları kullanılıyordu. Alman fizyolog Horst Berger 1920'de insan beynindeki elektriksel olgu üzerine araştırmalara başladı. Daha önceleri kullanılmış ancak hiçbir zaman isimlendirilmemiş bir alet kullanılıyordu. Berger bu alete elektroansefalograf (EEG) ismini verdi ve beyindeki elektriksel faaliyetleri kaydederek üzerinde çalışmaya devam etti. Yıllar içinde birçok değişime uğrayan bu alet günümüzde halen fizyoloji ve beyin fonksiyonları üzerine yapılan incelemelerde kullanılıyor.

Medya ve İletişim

Radyo, telgraf, telefon, fotoğraf ve gramofonun icadıyla 19. yüzyıl, iletişim açısından tam bir altın çağdı. Bu alet-

Charlie Chaplin'in *Büyük Diktatör*'ü

Sinema 1920'lerde ses ve rengin de katılmasıyla büyük bir endüstri haline geldi. Hollywood film endüstrisinde stüdyo sistemine geçilmesi de bu döneme tekabül eder. Al Jolson'un 1927'de çıkan *Caz Muganisi* filmi, sesli filmlerin başlangıcı oldu. Ancak pandomimiyle meşhur Şarlo karakterinin yaratıcısı Charlie Chaplin, sesli filmler konusunda tereddütlüydü. İlk sesli filmi *Büyük Diktatör*'ü 1940'ta yayınlayan Chaplin, büyük beğeni topladı.

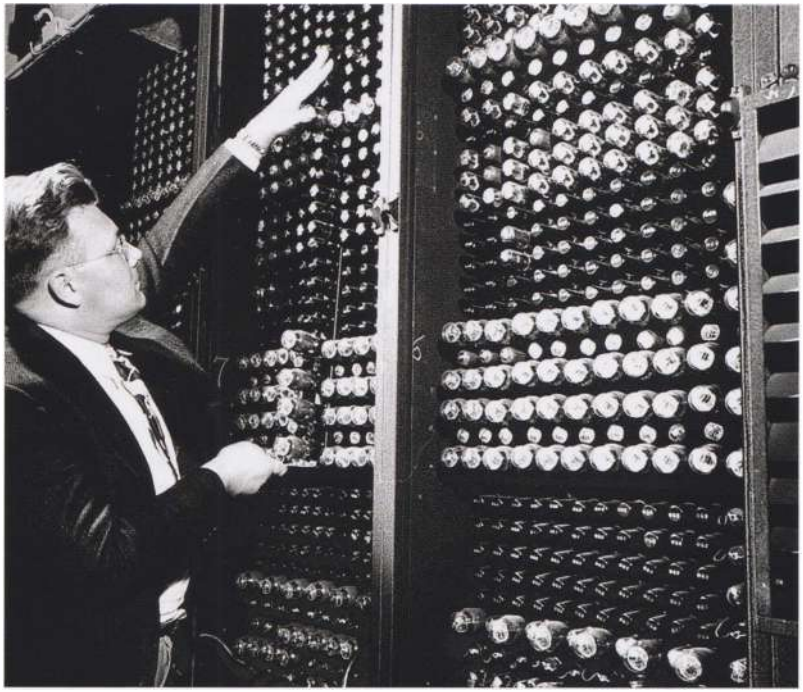
lerin zaman ve uzaklık arasında kurduğu köprünün etkisi gerçekten hayrete düşürücüydü. Bu döneme kıyasla iki savaş arasındaki dönem o kadar da bereketli olmadı.

20. yüzyılın başlarında ses ile birlikte görüntü aktarımı düşünülmüş bir şeydi. Bunu hayata geçirmek için birçok teşebbüste bulunulmuş olsa da hiçbiri başarılı olmadı. 1907 yılında St Petersburg'da Boris Rosing, önceki yüzyılda keşfedilen katot ışın tüpü kullanılarak böyle bir alet geliştirileceğini düşünüyordu ancak bu fikir hiçbir zaman pratiğe geçmedi.

1923'te Rosing'in öğrencilerinden biri olan ve Amerika'da çalışan Vladimir Zworykin, katot ışın tüpünü değerlendirerek geliştirdiği bir televizyon sisteminin patentini aldı. İşvereni RCA'nın (Radio Corporation of America) senelerce yaptığı çalışmalar ve harcadığı paralardan sonra Zworykin ilk çalışan televizyonu 1931'de yaptı. 1939'a kadar süren bir patent anlaşmazlığının ardından bir sonraki sene New York Dünya Fuarı'nın ilk resmi yayını gerçekleşti.

Bu dönemde telefon, telefon santralı, iletim sistemi ve radyo alıcılarının tasarımlarında birçok değişiklik yapıldı. Radyo, habercilik ve eğlence alanlarında olduğu kadar propagandalar için de önemli bir araç haline geldi. Fakat radyo ve televizyon için en değerli yenilik 1947'de geldi. Transistor, Bell Laboratuvarları'nda içlerinde William Shockley, John Bardeen ve Walter Brattain'in de bulunduğu bir ekip tarafından icat edildi. Radyo ve televizyonlarda uzun zamandır kullanılan hantal elektron tüplerinin yerini alabilecek alternatif bir çözüm arayışı bir süredir vardı ancak bu teknolojinin geliştirilmesi İkinci Dünya Savaşı başladığında radar aramaları için yapılan büyük yatırımlarla birlikte mümkün oldu. Silikon ve germanyum gibi yarıiletkenleri kullanan minik bir gereç olan transistor, elektronik alanında yapılacak birçok yeniliğin fitilini ateşledi. 1947'deki ilk üretiminin ardından ilerleyen yıllarda Bell Laboratuvarları'nda farklı farklı birçok transistor geliştirildi.

Radyo teknolojisi, askeriyede radar sisteminin geliştirilmesinde kendine yer buldu. Radyo dalgalarının keşfinden beri insanlar bu dalgaları yön bulmada ve fiziki engellerin tespitinde kullanabilmenin hayalini kuruyordu. Savaştan hemen önce çeşitli ülkelerin ordularında radar sistemi kullanılıyordu ancak asıl gelişme savaş döneminde yaşandı; oyuklu magnetron osilatörü 1939'da Britanyalı biliminsanları tarafından geliştirildi. Bu alet daha sonra 1940'ta MIT'de savaş döneminde oldukça fay-



IBM'in ENIAC bilgisayarından bir panel

1946'da güçlü bir programlama makinesi olan ENIAC, hizmet vermeye başladı. Bu dev alet, teknolojik açıdan gelişmemiş ve birçok kısıtlaması olmasına karşın saniyede beş binden fazla işlem yapma kapasitesiyle kendinden önceki cihazlarla kıyaslandığında çok önemli bir gelişmeydi. Yaklaşık 167 m^2'lik bir taban alanına yayılan bu alet binlerce vakum tüpü, kondansatör ve röleye sahipti. Savaş için tasarlanmış olmasına rağmen savaşın ardından tamamlanabildi. ENIAC tarafından yapılan ilk hesaplamalar hidrojen bombasının tasarımı içindi.

dalı olan mikrodalga radarın geliştirilmesinde işe yaradı.

1914'te hareketli resimler, bir belgeleme ve eğlence aracı olarak yoğun ilgi gördü. Bu hareketli resimler aslında sesin görüntü ile senkronizasyonu ve sesin kalabalığa iletilebilecek şekilde yükseltilebilmesi problemleri çözülemediği için sessiz filmler olarak kaldılar. Bu problemler 1920'de çözüldü ve sesli filmler yapılmaya başladı. Aynı dönemde technicolor yöntemi de geliştirildi. Renk ve sesin de dahil olmasıyla film izleme deneyiminde bir devrim yaşandı.

Bilgisayarlar

1914-1950 yılları arasında yaşanan önemli yeniliklerden biri de bilgisayarların geliştirilmesiydi. Bilgisayarların, hesap makineleri olarak uzun bir geçmişi vardı; abaküs, Babbage'ın fark makinesi, sürgülü cetveli ve son olarak Hollerith'in sayma makinesi, toplama çıkarma çarpma ve bölme gibi basit aritmetik işlemlerini yapabilen mekanik aletlerdi. Ancak modern bilgisayarların ortaya çıkışı ilk genel amaçlı elektronik bilgisayarın üretilmesiyle mümkün oldu.

1930'da MIT'de Vannevar Bush, belirli problemleri çözmeye yarayan mekanik bir alet olan diferansiyel çözümleyiciyi geliştirdi. Analog bir makine olmasına rağmen bu alet özellikle uzay endüstrisinde çok faydalı oldu. Bush tarafından 1935'te patenti alınan diferansiyel çözümleyici, İkinci Dünya Savaşı'nda balistik çizelge hesaplarında kullanıldı.

1937'nin başlarında başka bir mucit Howard Aiken, elektromanyetik röleler ve vakum tüplerini kullanan birtakım aletler geliştirdi. Yaptığı makineler ol-

dukça büyüktü, birçok mekanik parçanın bir araya gelmesinden oluşuyordu. Bu çalışmalar ABD'de devam ederken İngiltere'den bir matematik profesörü Alan Turing, evrensel bir bilgisayar fikrinin arkasında yatan teorileri formüle ediyordu.

Dünya savaşı nedeniyle programlama makineleri üzerine araştırma yapılması gerekti. Programlama, ağır silah tablolarını oluşturmada, şifre çözümlemede ve savaşla ilgili diğer aktivitelerde işe yarıyordu. 1943'te Birleşik Krallık'ta Alman şifrelerini çözmek için Colossus isimli bir makine geliştirildi, Almanya'da ise başka bir makine, Z4 icat edildi.

Ne var ki ilk genel programlanabilir elektronik dijital hesap makinesi ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Calculator [Elektronik Sayısal İntegral ve Hesap Makinesi]) ABD'de 1946'da geliştirildi. Güçlü bir aygıt olan ENIAC, Amerikan Ordusu'ndaki Balistik Araştırma Laboratuvarı'nda ağır silah tablolarının hesaplanmasında kullanıldı. Makinenin arkasındaki beyin, Macar siyasi göçmen John von Neumann, bilgisayardaki depolanmış program konseptinin yaratıcısıydı. Bu oldukça önemli bir gelişmeydi ve kısa süre içinde bu makinedeki fikir kullanılarak Birleşik Krallık ve ABD'de birçok bilgisayar geliştirildi.

Programlanabilir bir dijital makine üretebilmek için gerekli olan temel teorik fikrin oluşturulmasıyla gelecek birkaç on yılda birçok bilgisayar ve programlama dili geliştirildi. Transistorün ve sonrasında tümleşik devrenin icadı, bu aletlerin geliştirilmesini sağlamıştı.

Kolaylık Sağlayan İcatlar

Birinci Dünya Savaşı'nın başlangıcı ve 1950 yılı arasındaki zaman dilimi televizyon, antibiyotik, likit yakıtlı roket, plastik ve jet motoru gibi birtakım önemli icatların ortaya çıktığı bir dönemdi. Daha önemlisi, bu dönemde doğayı daha iyi anlayabilmeyi sağlayan çalışmalarda ciddi bir artış oldu. Artık submikroskobik dünyanın anlaşılabilmesi için üzerine iyice çalışılmış bir teori olan kuantum mekaniği vardı. Bu teori aralarında Max Planck, Einstein, Niels Bohr'un olduğu biliminsanlarının fikirlerinden geliştirilmişti. 1930'lara gelindiğinde kuantum teorisinin önemli ilkeleri ve temelleri iyice anlaşılmıştı.

Bu dönemin bir diğer önemli bilimsel başarılarından biri de evren algımızın gelişmesini sağladı. Einstein'ın İzafiyet Teorisi, bu gelişme için gereken teorik çerçeveyi oluşturdu. 1920'lerde Fritz Zwicky ve Edwin Hubble gibi astronomların çalışmaları sayesinde genişleyen bir evren teorisi gündeme geldi. Aynı zamanda evrenin diğer bileşenleriyle ilgili bilgiler de arttı.

İki dünya savaşı arasındaki dönemde ABD büyük bir ekonomik ve askeri güç haline geldi. Bu durum İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra ABD'nin ekonomik, bilimsel ve teknolojik çemberde liderliğini sürdürmesiyle güçlendi. Bilim alanındaki tek gerçek rakibi; İkinci Dünya Savaşı sonrasında ikinci bir süper güç olarak ortaya çıkan Sovyet Rusya'ydı. Sonraki birkaç on yıl boyunca bu iki süper güç askeri ve bilimsel alandaki rekabetleriyle tarihe damga vurdular; rekabet yalnızca nükleer silahları değil, uzaya atılan ilk adımları da kapsıyordu.

İcatların Tarihe Şekil Vermesi ve R. Oppenheimer

1930'lar, fizik tarihinde oldukça hareketli geçen bir onyıldı. 1934'te Irène ve Frédéric Joliot-Curie radyoaktivitenin, belirli ağır metal element partiküllerinin kendiliğinden yaydığı ışınımın, alfa parçacıkları kullanılarak yapay bir şekilde tetiklenebildiğini keşfetti. İtalyan biliminsanı Enrico Fermi bu keşfi ilerletip ilk kez nötronların bu amaçla kullanılabileceğini gösterdi. 1938'de Alman biliminsanları Otto Hahn ve Fritz Strassmann, uranyum nötron bombardımanına maruz bırakıldığında baryum elde edildiğini gösterdi. Bu çalışma Otto Frisch tarafından, uranyum çekirdeğinin nötron bombardımanıyla daha küçük bileşenlere ayrıldığı ve ortaya enerji çıktığı şeklinde yorumlandı. Böylelikle nükleer füzyon olarak bilinen bu işlemin mümkün olduğu ispatlandı.

Bu keşfin önemi biliminsanları tarafından araştırılıyordu. Nazizmin yükselmesiyle Avrupalı birçok biliminsanı işkenceye maruz kalmamak adına ABD ve Britanya'ya göç etmek zorunda kaldı. 1938'e gelindiğinde Nazilerin nükleer füzyonun yıkıcı etkisi üzerine aktif araştırmalar yürüttüğü biliminsanları tarafından bilinen bir gerçekti. Bu biliminsanlarından biri olan Einstein, Başkan Roosevelt'e Nazi füzyon bombasının sebep olabileceği korkunç sonuçlar hakkında bir mektup yazdı. Nazilerden önce bir atom bombası inşa edebilmek için başlatılan ve otuzdan fazla lokasyonda yüz binden fazla çalışanıyla büyük Manhattan Projesi, bu bilimsel gelişmelerin bir sonucuydu.

Bu projenin bilim yöneticisi, zeki bir teorik fizikçi olan J. Robert Oppenheimer'dı. Oppenheimer ilk atom bombası ya da nükleer füzyon bombasının üretimine kadar beş yılı aşkın bir süre, bu projede çalışan bilim dünyasının önemli isimlerinin yaptıkları fiili çalışmaları koordine etti. Bu tarz bir bombanın temel prensipleri açıkça biliniyor olsa da atom bombasının tasarımı ve teknolojisinin üzerinde çalışmanın hayli düşünsel ve idari bir zorlayıcılığı vardı.

Birçok hatalı başlangıcın ardından 1945 yazında uranyum ve plütonyum esaslı iki tür bomba nihayet tamamlandı. Uranyum bombası, yalnızca bir silaha yetecek kadar uranyum bulunduğu için test edilemiyordu, bu nedenle 16 Temmuz 1945 günü sabah erken saatlerde New Mexico'da uzaktan kontrollü bir atış alanında Trinity isimli plütonyum bombası test edildi. Bu testten sonra hiçbir şey aynı olmayacaktı.

Test bilimsel açıdan akıllara durgunluk verecek bir başarıydı. Şahit olunan patlama daha önce hiçbir insanın görmediği

J. Robert Oppenheimer

Parlak bir fizikçi olan Robert Oppenheimer bir atom bombası geliştirmek amacıyla başlatılan Manhattan Projesi'nin başıydı. Manhattan Projesi, dünyanın farklı yerlerinden yüzlerce biliminsanı ve binlerce mühendisin çalışmasını koordine eden bilimsel bir meydan okumaydı.

türdendi. 20 tonluk TNT patlayıcıyla eşdeğer bomba, çölde 3 metre derinliğinde, 300 metre genişliğinde bir krater yarattı. Birkaç saniyeliğine Güneş'ten daha parlak bir ışıkla aydınlanan çöldeki atom bombası bulutu, atmosferde 12 kilometrelik bir alana yayıldı. Olayın korkunçluğu, oldukça bilgili bir biliminsanı olan Oppenheimer'a kutsal bir Hindu metni olan Bhagavata Gita'da geçen şu satırı anımsattı: "Şimdi ben, kelimelerin yıkıcısı olan Zaman olmuşum."

Testten sonraki bir ay içinde ABD'nin iki Japon kenti olan Hiroşima ve Nagasaki'ye atom bombası bırakmasıyla tüm dünya bu yeni silahın yıkıcı gücüne şahit oldu. Bomba eşi benzeri görülmemiş bir tahribata neden oldu, iki şehir tamamen yerle bir edildi, yüzbinlerce insan olay anında hayatını kaybetti. Yayılan radyasyonun sebep olduğu hastalık ve ölümler uzun yıllar devam etti.

Nükleer silahın icadı ve kullanımı 20. yüzyıla damgasını vuran olaylardan biriydi. Avrupa, ABD ve Sovyet Rusya'nın etkisiyle ikiye bölündü. Amerikan bombasının ortaya çıkışıyla Rusya, 1949'da test edeceği kendi bombasını üretme çabasını ikiye katladı. O zamana kadar ABD daha etkili bir füzyon bombası yapma yolunda ilerledi. 1952'de ilk Amerikan füzyon bombası, birkaç ay sonra ise Sovyetlerinki test edildi. İki blok arasındaki nükleer yarış devam ediyordu, 20. yüzyılın ikinci yarısının tarih ve politikası bu silahlanma yarışıyla biçimlenecekti.

Bilimsel ve teknolojik icatlar her zaman insanlığın tarihini şekillendiren önemli faktörlerdendir. Bu bağlamda tarihteki en büyük buluş belki de bitkilerin ehlileştirilmesinin akabinde Neolitik Çağ'da tarımın başlamasıyla yerleşik hayata geçen toplulukların nihayetinde ekin ve yiyecek fazlası sayesinde uygarlıkları ortaya çıkarmasıydı. Daha küçük bir ölçekte, metalin kullanımı, tekerleğin icadı, yazının bulunması, atın ehlileştirilmesi ve daha sonrasında barut, matbaa, buhar makinesi, telgraf, telefon ve radyonun icadı, insanlık tarihinin farklı alanlarında önemli belirleyicilerdi. Bu ve buna benzer icatlar sayesinde insanların birbirleriyle ve çevreleriyle ilişki kurma şekli değişti. Bu, daha sonra tarihte, toplumda ve politikada büyük değişimlere sebep oldu. Örneğin atın ehlileştirilmesinden sonra Orta Asya bozkırlarında üzengi icat edilince göçebe kabileler savaşta büyük bir avantaj elde ettiler; ayrıca bu icadın Moğol işgallerine katkısı da büyüktü. 15. yüzyılda matbaanın icadı daha önce ruhban sınıfın tekelinde olan bilginin demokratikleşmesine imkân

Nükleer silah karşıtı eylemler

İkinci Dünya Savaşı'nın bitimi ve Hiroşima ve Nagasaki vahşetinden sonra bazı biliminsanları ve siyasetçiler nükleer silahların yarattığı tehlikeyi fark ettiler. 1950'li ve 60'lı yıllarda, soğuk savaş döneminde nükleer silah karşıtı hareket büyüdü, 1970'li yıllara gelindiğindeyse evrensel bir harekete dönüştü. Fotoğrafta Seul'de Güney Koreli bir eylemci Kuzey Kore'nin nükleer silah programını protesto ediyor.

tanıdı. Basılan metinlerin yayılması, Kilise'de Reform hareketine sebep oldu. Benzer bir şekilde, buhar makinesi Sanayi Devrimi'nin fitilini ateşledi, telgraf ve telefon daha önce hayal bile edilemeyen mesafeler arasında köprü kurdu.

Yukarıda belirtilen icatlar ve diğerleri insanlık tarihini belirlemede önemli bir rol oynamış olsalar da bu, onların tek başlarına bu rolü üstlendikleri anlamına gelmez. Her gelişmenin ve icadın önemi dış faktörler tarafından belirlenir. Toplumun yeniliklere açık olması keşfin kullanımını belirler. Toplumun sosyal yapısı herhangi bir yeniliğin yaygınlaşması açısından da önemlidir. Mesela birçok antik uygarlıkta yazı gibi bir buluş soylu ve ruhban sınıf dışında yaygınlaşamadı. Öte yandan bazen toplumlar teknolojiyle şekillenir, örneğin artan şehirleşme ve köylü sınıfının fabrikalara kayması Sanayi Devrimi'nden sonra başlamıştır.

Toplum ve teknoloji arasındaki iki yönlü bu ilişki tarihsel bir gerçektir. Nükleer silahlara gelince, tek başına bu teknolojinin, 20. yüzyılın ikinci yarısındaki soğuk savaşın altında yatan unsur olduğu inkâr edilemez. Öte yandan nükleer silahların geliştirilmesindeki temel sebep, teorik fikirlerin teknolojik açıdan yapılabilirliğinin farkına varılması ve dünya savaşının politik gerçekliği olan faşizmdi.

Hiroşima ve Nagasaki felaketlerinden sonra nükleer silahların insanlık için nasıl bir tehlike yarattığı biliminsanları ve toplumun önde gelenleri tarafından anlaşıldı. Bundan sonra gerçekleşen halk hareketleriyle birlikte, Kapsamlı Nükleer Deneme Yasağı Anlaşması ve Nükleer Silahların Yayılmasını Önleme Anlaşması gibi anlaşmalar yapıldı. Nükleer silahlar artık insanlığın birlikte yaşamayı öğrendiği bir gerçeklik, asıl korkutan ise kullanılma ihtimalleri.

Nagasaki: Bombalanmadan önce ve sonra

9 Ağustos 1945'te ikinci atom bombası Japonya'nın tersane şehirlerinden biri olan Nagasaki'ye bırakıldı. Bombadan çıkan duman bulutunun yüksekliği on sekiz bin metreyi buldu, 3,2 kilometrelik bir çemberin içindeki her şey toz haline geldi. İnsanlık tarihinde böyle bir yıkım daha önce görülmemişti. Bombanın bırakılışında önce ve sonra çekilmiş bombanın bırakıldığı yere (sıfır noktası) odaklanan hava fotoğrafları yıkımın ölçeğini gösteriyor.

Ay'daki insan

20 Temmuz 1969'da Apollo 11'in astronotu Neil Armstrong Ay'da yürüyen ilk insan oldu. Ona Edwin "Buzz" Aldrin katıldı, ikili Ay'dan örnekler aldılar, fotoğrafını çektiler ve Ay'ın yüzeyine Amerikan bayrağı diktiler. Yukarıdaki, Aldrin'in Ay'da deney yaparken Armstrong tarafından çekilen fotoğrafı. Sonraki üç yıl boyunca altı uzay gemisi, on iki astronot uydumuza ayak bastı.

SAVAŞ SONRASI 20. YÜZYIL

UZAYIN KEŞFİ (1950-2000)*

İKİ SÜPER GÜCÜN REKABETİ

20. yüzyılın ikinci yarısı dünya tarihi açısından hareketli bir dönemdi. Bu dönemde İkinci Dünya Savaşı'nın yaralarını sarmaya çalışan dünya bir yandan da Sovyetler ve Amerikalıların arasındaki soğuk savaşın kızıştığına tanıklık etti. Soğuk savaş yalnızca askeri ve politik alanda sınırlı kalmadı, teknoloji alanına da sirayet etti. Aslında 1989'da Sovyetler Birliği'nin dağılmasına dek soğuk savaş dönemindeki teknolojik ilerlemeler iki tarafta da yeniliklerin görüldüğü belirleyici bir çerçeveydi.

Dünya savaşından sonra Avrupa, Japonya ve bir ölçüde Sovyetler Birliği tam anlamıyla harap olmuştu. ABD ve Sovyetler Birliği liderleri Avrupa'nın iki etki bloka ayrılması konusunda hemfikirdi ve savaş sonrası dönemde Avrupa'daki ülkelerin çoğu ya Batı Bloku ya da Doğu Bloku'nun bir parçası oldu. Bu ayrım Avrupa kıtasında daha belirgin olsa da aslında tüm dünyaya yayılmıştı.

Askeri bakımdan bu dönemde uzun çatışmalar yaşandı. Asya ve Afrika ülkeleri sömürge yönetiminden kurtuldu (genelde özgürlük savaşlarıyla). 1950'de, savaş sonrası ilk çatışma iki bloka bölünmüş Kore'de başladı, üç yıl sürdü. İlk kez dünyada nükleer katliamın gölgesinde bir savaş yapıldı.

1950'lerde ayrıca toplum hayatındaki ilerici unsurlara karşı bir cadı avı başladı; akademik çevre olduğu kadar ABD'deki eğlence endüstrisi de buna dahildi. Antikomünizm ABD'de baskın görüş haline geldi; kurulu düzene karşı herhangi bir protesto belirtisi bastırılıyordu. Ayrıca bu dönemde Amerika'da eşi benzeri görülmemiş bir ekonomik büyüme yaşandı, otuz yıl içinde de ekonomi Büyük Buhran'ın öncesindeki haline döndü.

Bu dönem boyunca silahlanma yarışı, her iki tarafın daha büyük, daha etkili atom bombaları ve dağıtım sistemleri geliştirmesiyle devam etti. 1950'ler ayrıca insanoğlunun uzaya çıkıp yeni bir ufuk keşfettiği bir dönemdi. Sovyetler'in dönemin en önemli teknolojik başarısı olan Sputnik'i fırlatmasını ABD ve Sovyetler'in uzay yolculuğu üzerine araştırmalarını ilerletmesi takip etti.

20. yüzyılın ikinci yarısı teknolojik açıdan hayli üretken bir dönem oldu.

* **Bu kitap, 2007 tarihinde yazıldı. Bu ve bundan sonraki bölümde yer alan projelere dair varsayımların bazıları geçerliliğini yitirmiş bazıları da hayata geçirilmiştir. (yay.n.)**

1950: Savaş Kore Yarımadası'nda başladı. Ürdün, Arap-İsrail savaşının ardından Batı Şeria'yı topraklarına kattı.

1951: Avustralya ve Yeni Zelanda, ABD ile ANZUS Paktı'nı imzaladı.

1952: Kenya'da Britanya yönetimine karşı Mau Mau Ayaklanması başladı. Batista, Küba diktatörü oldu. Jonas Salk çocuk felci aşısını geliştirdi. ABD ilk hidrojen bombasını patlattı.

1953: Kore, Güney ve Kuzey Kore olmak üzere ikiye ayrıldı. İosif Stalin Rusya'da öldü. Edmund Hillary ve Tenzing Norgay Everest Dağı'nın zirvesine tırmandılar. James Watson ve Francis Crick DNA'nın yapısını çözdü.

1954: Vietnam bölündü. ABD Guatemala'da ordunun hükümeti devirmesini destekledi. Daryl Chaplin, Calvin Fuller ve Gerald Pearson tarafından güneş pili icat edildi.

1955: Endonezya'da tarafsız ulusların bir araya geldiği Bandung Konferansı yapıldı. Optik fiber icat edildi.

1956: Mısırlı devlet adamı Nâsır, Süveyş Kanalı'nı kamulaştırmayı isteyince Britanya, Fransa ve İsrail ile savaşa girdi. Macaristan'da halk ayaklanması. Christopher Cockerel hoverkraftı (hava yastıklı araç) icat etti.

1957: Roma Antlaşması'yla Avrupa Ekonomik Topluluğu kuruldu. Çin'de Yüz Çiçek Kampanyası başlatıldı. Sovyetler Birliği Sputnik'i fırlattı. FORTRAN piyasaya sürüldü.

1958: NASA kuruldu. Gordon Gould lazeri keşfetti. Jack Kilby ve Robert Noyce tümleşik devreyi geliştirdi.

1959: Çin, Tibet'te bir ayaklanma bastırdı, Dalay Lama Hindistan'a kaçtı. Sovyet araştırma aracı Luna 2, Ay'a ulaştı. Wilson Greatbach kalp pilini icat etti.

1960: On yedi Afrika ülkesi sömürge yönetiminden çıkarak bağımsızlığını kazandı.

1961: Berlin Duvarı inşa edildi. Yuri Gagarin uzaya çıkan ilk insan oldu.

1962: Çin-Hindistan Sınır Çatışması. ABD, Mariner 2'yi Venüs'e yolladı. ABD ve SSCB, Küba'daki Sovyet füzeleri nedeniyle nükleer bir çatışmaya girdi. Teyp kaseti icat edildi.

1963: John F. Kennedy'ye suikast düzenlendi. ABD, SSCB ve Britanya, sınırlı nükleer deneyleri yasaklama antlaşmasını imzaladı. İlk videodisk icat edildi.

1964: ABD'de, Medeni Haklar Yasası onandı. Brezilya'da askeri darbe yapıldı. Akrilik boya icat edildi. BASIC geliştirildi.

1965: Vietnam'daki ABD savaşında gerginlik arttı. İlk senkron haberleşme uydusu Intelsat 1 fırlatıldı. CD James Russel tarafından icat edildi.

1966: Çin Kültür Devrimi.

1967: Araplar ve İsrail arasındaki Altı Gün Savaşı. İlk portatif hesap makinesi icat edildi.

1968: Martin Luther King suikasta uğradı. İlk kalp nakli Güney Afrika'da Christiaan Bernard tarafından gerçekleştirildi. Tümleşik devreli ilk bilgisayar yapıldı.

1969: Neil Armstrong Ay'a ayak bastı. İnternetin öncüsü Arpanet kuruldu. ATM ve barkod tarayıcılar icat edildi.

1970: ABD Kamboçya'yı işgal etti. Alan Shugart, disketi (floppy disk) icat etti.

1971: Bangladeş, Pakistan'dan ayrılarak özgürlüğüne kavuştu. Sovyet uzay istasyonu Salyut I kuruldu. İlk mikroişlemci Intel 4004 piyasaya sürüldü. Nokta matrisli yazıcı, VCR ve LCD icat edildi.

1973: Arap-İsrail savaşı bir petrol krizine yol açtı. Pinochet, Şili'deki sosyalist hükümeti devirmek için bir askeri darbe yaptı. Genetikte uçbirleştirme başladı. Ethernet, Robert Metcalfe tarafından icat edildi.

1974: Richard Nixon, Watergate skandalının ardından istifa etti. Etiyopya imparatoru Haile Selasiye tahttan indirildi. *Liposuction* icat edildi.

1975: Avrupa'daki soğuk savaşı bitirmek üzere Helsinki Anlaşmaları imzalandı. İlk kişisel bilgisayar piyasaya sürüldü, lazer yazıcı icat edildi.

1976: Güney Afrika'da Soweto'nun yükselişi. Viking 1 ve 2 Mars'a indi. Mürekkep püskürtmeli yazıcı icat edildi.

1977: Brejnev, SSCB'de başa geçti. Raymond Damadian tarafından manyetik rezonans görüntüleme icat edildi.

1978: Sovyetler Afganistan'ı işgal etti. John Paul papa oldu. Mısır ve İsrail arasında Camp David Sözleşmesi imzalandı. İlk tüp bebek doğdu.

Bir cep telefonu ve avuç içi bilgisayarı

1979: ABD'de Three Mile Adası kazası. İran'da İslam Devrimi. Birleşik Krallık'ın başkanı Margaret Thatcher oldu. Cep telefonu ve walkman icat edildi.

1980: İran-Irak savaşı patlak verdi. Mugabe, Zimbabve'deki bağımsızlık mücadelesine liderlik etti. Hepatit B aşısı geliştirildi.

1981: ABD ilk tekrar kullanılabilir uzay mekiğini Kolombiya'dan fırlattı. Enver Sedat, Kahire'de bir suikast sonucu hayatını kaybetti. IBM PC ve MS-DOS icat edildi.

1982: İsrail Lübnan'ı işgal etti. Birleşik Krallık ve Arjantin, Falkland Adaları üzerine fikir ayrılığına düştü.

1983: ABD, Grenada'yı işgal etti. AIDS virüsü tespit edildi. Apple Lisa icat edildi.

1984: Hindistan, Bhopal'de kimyasal bir tesisten zehirli gaz sızıntısı oldu. CD-ROM icat edildi.

1985: Microsoft, Windows'u icat etti.

1986: Çernobil nükleer reaktörü patladı. SSCB'de glasnost dönemi başladı. Uzay mekiği Challenger infilak etti, SSCB Mir'i fırlattı. Üstün iletken icat edildi.

1989: Berlin Duvarı yıkıldı.

1990: Nelson Mandela serbest bırakıldı. NASA Hubble Uzay Teleskobu'nu fırlattı. İnternet Sunucuları Ağı (World Wide Web) oluşturuldu.

1991: Boris Yeltsin SSCB'de seçimle başa geldi. Irak ve ABD arasında Birinci Körfez Savaşı başladı. Sovyetler Birliği çöktü.

1993: Ortadoğu Barış Antlaşması Filistin ve İsrailliler arasında imzalandı. İlk web tarayıcısı Mosaic, ABD'de geliştirildi. Pentium işlemci icat edildi.

1994: Mandela, Güney Afrika Cumhuriyeti'nin başkanı seçildi.

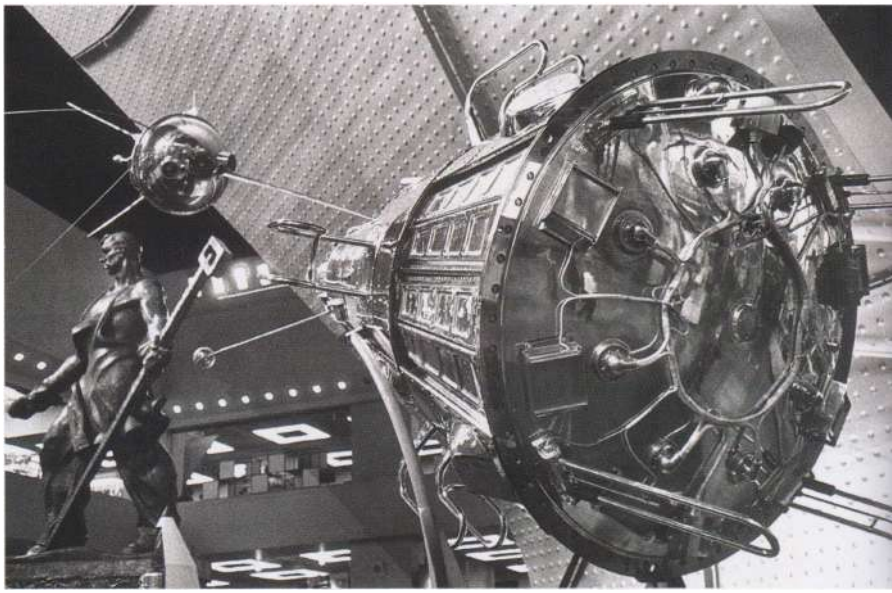
1995: DVD icat edildi.

1997: Hong Kong, Çin'e iade edildi. Koyun Dolly'nin klonlandı. NASA'nın uzay aracı Mars'a indi.

1999: Makao, Çin'e bırakıldı.

Sputnik III

Sputnik programı uzay araştırmaları için Sovyetler tarafından yollanan bir dizi isimsiz uzay aracını kapsıyordu. Sputnik I, 4 Ekim 1957'de Dünya'nın yörüngesine yerleşen ilk insan yapımı objeydi. Aynı yıl yollanan Sputnik II, uzaya giden ilk canlı olan Layka isimli bir köpeği taşıyordu. Bu fotoğraf, Sputnik III, 15 Mayıs 1958'de fırlatılmadan önce bir Sovyet müzesinde sergilenirken çekilmiş.



Sanayi Devrimi sonrası dönemi tanımlayan tüm teknolojiler bu dönemde geliştirildi. Uzay yolculuğu, mikro elektronik aletler, bilgisayarlar, internet, yüksek verimli tahıl ürünleri, nükleer güç ve dijital eğlence bu dönemde ortaya çıkan teknolojilerden bazılarıdır. Bunlardan bir kısmı, özellikle elektronik alanındakiler, otomasyon ve bilgisayar, sanayileşme ve tüketimin temel paradigmasını değiştirmeye yetecek derecede devrim niteliğindeydi. Bu dönemden önce Batı'nın ekonomik dayanağı olan tarımın yerini çoktan fabrika üretimi almıştı. Bu dönem ise Batı'nın gelecekteki en önemli ekonomik bileşeni hizmet sektörünün hızlı yükselişine tanıklık etti.

Öte yandan gelişmekte olan ülkelerdeki tüketimin hızla artması ve ekonomik büyüme dev bir çevresel zarara sebep oldu, bu zarar 20. yüzyılın sonunda artık görmezden gelinemeyecek durumdaydı. Bu durum tükenmekte olan doğal kaynakları korumaya yönelik çevre dostu teknolojilerin geliştirilmesine vesile oldu.

Uzayın Keşfi

Uluslararası Jeofizik Yılı ilan edilen 1957 senesi, insanoğlunun uzayı keşfetmeye yönelik attığı ilk adımlara tanıklık etti. Aslında ABD iki yıl öncesinden, 1957'de uzaya yapay bir uydu fırlatacağını duyurmuştu bile. Ancak 4 Ekim 1957'de Sovyetler Dünya'nın yörüngesine bir uydu gönderdiklerini açıkladı. Sputnik I ismini taşıyan uydu, modifiye edilmiş bir ICBM roket fırlatıcısıyla uzaya gönderildi ve Dünya'nın etrafında üç ay boyunca gezindikten sonra atmosfere girerek yandı.

Sovyetlerin böylesi karmaşık bir operasyon için gerekli teknolojik ve maddi donanıma sahip olmadıklarına inanan Batı dünyası Sputnik'in fırlatılmasıyla hayrete düşmüştü. Sputnik'i, Kasım'da ondan daha büyük olan ve köpek Layka'yı uzaya çıkaran Sputnik II'nin fırlatılması izledi. Amerikalılar

için işler, Dünya'nın yörüngesine girecek bir uyduyu Vanguard füzesiyle fırlatmayı denerken füzenin fırlatma rampasında berbat bir şekilde infilak etmesiyle daha da kötüye gitti. Ancak 31 Ocak 1958'de, ilk Amerikan uydusu Explorer 1, yörüngeye başarılı bir şekilde yerleşti. Bu olaylarla birlikte uzay yarışı, gerçek anlamda başlamış oldu.

Soğuk savaş ideolojisi Sovyetler Birliği'nin uzaydaki zaferine tanıklık etti, bu Batı için bir yenilgiydi. ABD, bilim ve teknoloji eğitimini teşvik etmek ve her düzeyde bilimsel araştırma yapılabilmesini mümkün kılmak için çok büyük bir program kurdu. Uzay keşfi için ayrı bir kurum olarak 1958'de kurulan NASA, kısa sürede büyüyerek dev bir organizasyona dönüştü.

Batı dünyası 1961'de Sovyet test pilotu Yuri Gagarin'in başarılı bir şekilde uzaya çıkıp iki saat kaldıktan sonra yere inmesiyle bir darbe daha aldı. İnsanoğlu nihayet uzaya ilk adımı atmıştı. Bunun altında kalmak istemeyen Başkan Kennedy, Amerikalıların 1970'ten önce Ay'a ayak basacağını duyurdu; bu, dönemin ilkel teknolojisi ve işin doğasının zorluğu düşünüldüğünde oldukça zorlu bir hedefti.

Bundan sonraki birkaç yıl boyunca mevcut teknoloji insanı Ay'a gönderecek seviyeye erişebilmek için hızla geliştirildi: artan uzay gemisi yükünü taşıyabilecek yeterli güç sistemleri, Ay'ın yörüngesine oturmayı ve Ay'a inmeyi sağlayacak teknoloji ve her türlü iletişim sistemi. Apollo programı birçok aşamadan geçti ve nihayetinde 1968'in sonlarında Apollo 8, Ay'ın yörüngesine oturan ve başarılı bir şekilde Dünya'ya geri dönen ilk insanlı uzay aracı oldu.

20 Temmuz 1969'da Neil Armstrong Ay'a ayak bastı; bu, onun tabiriyle "İnsan için küçük, insanlık için büyük bir adım"dı. İnsanoğlunun ilk defa Dünya'dan farklı bir gökcismine ayak basmasının politik bir önemi de vardı. Amerikalılar nihayet uzay keşfinde bir adım öndeydiler.

1960'ların gündeminde insanlı uzay uçuşları ve Ay'a ayak basma olsa da hem ABD hem Sovyetler güneş sistemindeki diğer gezegenleri keşfetmek için uzay araçları yolluyorlardı. Viking, Mariner ve Sovyetler'in Venera projeleri Mars ve Venüs'ten bilgi almak üzere başlatıldı. 1974-75 yılları arasında Mariner uzay aracı en içteki gezegen Merkür'e gönderildi ve 1976'da Viking, Mars'a indi; bu da uzayın keşfi için bir dönüm noktasıydı.

Yüzyılın son çeyreğinde keşif amacıyla fırlatılan insansız uzay roketleri diğer gezegenlere, asteroitlere, hatta kuyrukluyıldızlara ulaştı. Bu insansız uzay araçları yalnızca diğer gezegenlerin yörüngesine oturup gözlem yapmakla kalmıyor, Mars ve Venüs gezegenlerinde olduğu gibi yüzeye iniş yapıyorlar, Jüpiter'deki gibi gezegenin

Yuri Gagarin

Sovyetler Birliği uzaya insan gönderen ilk devletti. Sovyet kozmonot Yuri Gagarin, 12 Nisan 1961'de Vostok 1 uzay gemisiyle uzaya çıktı. Uzaya çıkan ilk insan olan Gagarin, dünyanın her yerinde tanınan bir insana dönüştü, birçok ülke tarafından onur ödülleri ve madalyalara layık görüldü. Gagarin'in uzay yolculuğu insanoğlunun uzayda bir süreliğine kalabileceğinin bir kanıtıydı; Apollo görevi de dahil olmak üzere birçok uzaya insan gönderme girişimine öncülük etti.

atmosferine de giriyorlardı.

1970'lere gelindiğinde Amerikalıların Ay'a gitme sevdası sona ermiş, ilgi daha uzaktaki gezegenlere ve yörüngeye uzay istasyonları yerleştirmeye kaymıştı. Sovyetler ilk uzay istasyonu Salyut I'i 1971'de fırlattı, Amerikalılar ise 1973'te Skylab'i inşa ettiler. 1975'te iki ezeli rakibin uzay araçları Apollo ve Soyuz, uzayda kenetlenerek süper güçlerin işbirliğinin sinyallerini verdi.

Sovyetler, teknolojilerini test edebilmek için çeşitli Salyut uzay istasyonları fırlattılar; 1986'da ise modüler ve zamanla kademe kademe inşa edilebilir bir uzay istasyonu olan Mir'i uzaya yolladılar. Beş yıllık ömrü olduğu varsayılan bu uzay istasyonunun on dört yıl boyunca yörüngede kalması kayda değer bir başarı örneğiydi. 1998'de gerçek bir uluslararası çabanın ürünü olan Uluslararası Uzay İstasyonu fırlatıldı; halen de yörüngededir. On altı ülkenin ortak çalışmasıyla gerçekleştirilen bu proje tarihin en zorlu teknolojik projelerinden biridir.

Apollo görevini tamamladıktan sonra NASA'nın yeni amacı tekrar kullanılabilir bir uzay aracı geliştirmek oldu. Bu uzay aracının, uzay istasyonlarına ikmal yapacak ve finanse edilebilir bir ulaşım aracı olmasının yanı sıra uydu fırlatması da planlanıyordu. İlk uzay mekiğinin tasarımı ve test edilmesi dokuz yıl sürdü. Nihayet 1981 yılında uzay mekiği, iki astronotuyla birlikte Dünya yörüngesine oturtuldu. Bundan sonraki yirmi yıl boyunca uzay mekiği, tahmin edildiği kadar az masraflı olmamasına karşın Amerikan uzay programının belkemiği oldu.

Apollo 11 uzay aracının kalkışı

Astronotları Ay'a götürecek devasa enerji Satürn V roketleriyle sağlandı. Satürn V fırlatma aracı üç bölümden ve bir araç gereç ünitesinden oluşuyordu. Geliştirilen en güçlü roket olan Satürn V, uzay aracını saatte 24.139 kilometre hıza çıkarabiliyordu. Fotoğraflar Apollo 11'in Kennedy Uzay Merkezi'nden kalkışını gösteriyor.

Uzay Yarışı

ABD ve Sovyetler Birliği arasındaki rekabet sayesinde uzayın keşfinde önemli ilerlemeler kaydedildi. Sputnik I'in 1957'de fırlatılmasıyla başlayan süreç uzaya çıkan ilk insan Yuri Gagarin'in 1961'de Vostok 1 uzay aracıyla yörüngeye oturmasıyla iyice kızıştı. ABD'de ise bu adıma tepki olarak 1961'de Başkan Kennedy, 1970'ten önce ABD'nin Ay'a gideceğini duyurdu. Bunun ilanıyla büyük bir araştırma ve geliştirme projesi başlatıldı. Apollo projesi bu amaçla NASA'ya muazzam bir bütçe ayrılmasıyla gerçekleştirildi.

Ay'a ulaşacak uzay aracının temel tasarımına 1960'ların başında karar verildi. Bu tasarıma Apollo'yu uzaya çıkaracak gücü sağlaması planlanan Satürn V roketleri de dahildi. Uzay aracı kalkış ve inişte gerekli yakıtı sağlayacak bir hizmet modülü ve Ay'a inişi sağlayacak, daha sonra da Hizmet Modülü'yle birleşecek Ay modülü olmak üzere iki ana parçadan oluşuyordu.

Sonraki yıllarda uzay aracının parçalarının tasarımı ve üretimi üzerine çalışıldı. Ay'a gidiş programında, NASA'da otuz binden fazla, taşeron şirketlerde üç yüz binden fazla çalışan vardı. Başlangıçta yaşanan birkaç aksilikten sonra 1968'de Apollo 8 görevi başlatıldı ve uzay aracı başarılı bir şekilde çalıştı. Bundan sonraki iki Apollo görevi Apollo 9 ve Apollo 10, kalkış, uçuş ve iniş esnasında kullanılacak tüm parçaların testini kapsıyordu. Apollo 10, Ay'a inişin ufak bir provasıydı; Ay'ın yüzeyine hayli yaklaşmayı başardı.

Nihayet 16 Temmuz 1969'da Apollo 11, taşıdığı üç astronotu, Neil Armstrong, Michael Collins ve Edwin Aldrin ile Canaveral Burnu'ndan kalkış yaptı. Dört gün sonra, 20 Temmuz'da Armstrong ve Aldrin'i taşıyan Ay modülü, Ay'ın üzerinde bir bölge olan Sessizlik Denizi'ne iniş yaptı. Birkaç saat sonra Armstrong Ay modülünü terk edip Ay'a ayak basarak, tarihte evrendeki başka bir gezegene ayak basan ilk insan unvanını aldı.

Astronotlar taş örnekleri topladıktan sonra yaklaşık on iki saat içerisinde Hizmet Modülü'ne geri döndüler. Dört gün sonra Hizmet Modülü Pasifik Okyanusu'na güvenli bir şekilde indi ve böylelikle ilk insanlı Ay yolculuğu mutlu bir sonla bitti. Televizyon ve radyo sayesinde dünya üzerindeki yüz milyonlarca insan bu muhteşem olaya tanıklık etti. Armstrong'un Ay toprağı üzerine bıraktığı ayak izi insanoğlunun uzay macerasındaki teknolojik hünerlerinin bir sembolü haline geldi.

Apollo 11'i Ay'a doğru altı proje daha izledi. Apollo 13 görevi, oksijen tankının patlamasıyla bir faciaya sebep olsa da mürettebat güvenli bir şekilde dönmeyi başardı. Sonraki dört görevde Ay'a götürülen

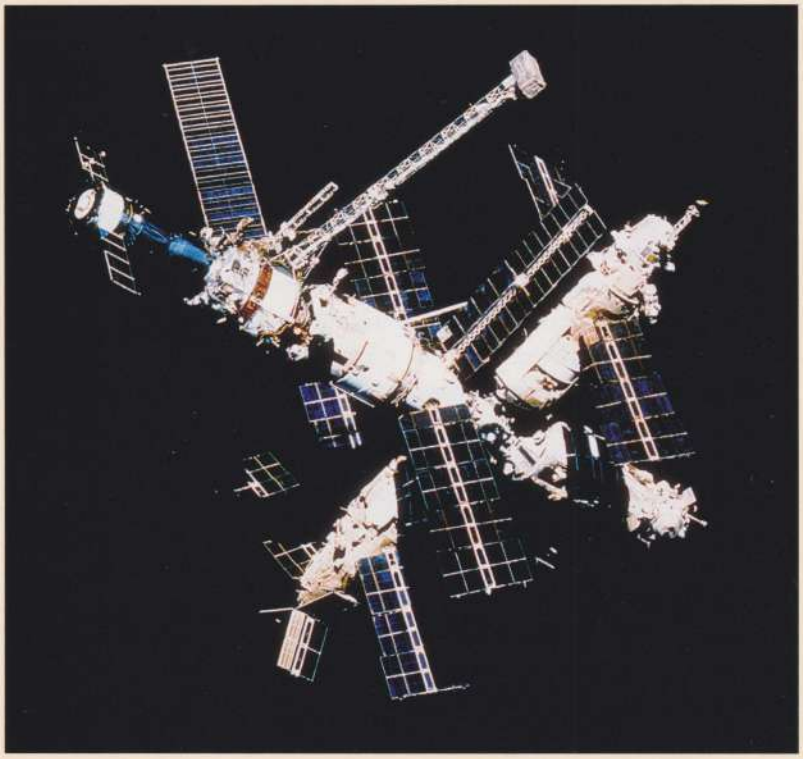
Ay araçları sayesinde astronotlar Ay'ın yüzeyinde araçla gezebilme imkânına sahip oldu. Dünyadaki biliminsanlarının araştırmaları için birçok fotoğraf ve örnek toplandı. Bu veriler biliminsanlarının Ay'ın

Neil Armstrong

Tıpkı Yuri Gagarin gibi Neil Armstrong da bir neslin hayal gücünü çalıştırdı. Armstrong'un ilk uzay uçuşu 1966'da Gemini 8 uzay aracıylaydı; bu uçuşta ilk defa iki uzay aracı kenetlendi. 1969'da Apollo 11 görevini yönetti ve Ay'a ayak basan ilk insan oldu. Armstrong ve ondan sonraki birkaç astronot Ay'ın yüzeyi üzerine çalışmalar yaptılar, veri toplamak için birtakım gereçleri orada bıraktılar; ayrıca Ay'dan taş ve toprak örnekleri getirdiler.

Mir Uzay İstasyonu

1971'de Sovyetler uzayda araştırma programları yürütmesi için ilk uzay istasyonu Salyut'u fırlattı. Salyut'u, 1986'da daha gelişmiş bir uzay istasyonu olan Mir izledi. Mir, Uluslararası Uzay İstasyonu'yla (UUİ) birleşene dek görevini sürdürdü. UUİ, uluslararası işbirliğiyle 1990'a dek inşası süren modüler bir uzay istasyonuydu.



doğumu ve gelişimini daha iyi anlamalarını sağlayacaktı. Apollo 17 görevi 1972'de gerçekleşti; bu Ay'ın keşfinin sonuydu.

Apollo görevinin başarıyla sonuçlanmasının ardından ABD ve Sovyetler, Ay'a insan göndermekten vazgeçip uzayın keşfiyle ilgili daha verimli bir strateji geliştirmeye başladılar. Sovyetler zaten yörüngeye oturan uzay platformları kurmuş, kozmonotların burada dönem dönem belli sürelerle kalıp deneyler yapabileceği ortamı hazırlamıştı. Yörüngeye oturan bu uzay platformları ayrıca uzak gezegenlere yapılacak insanlı keşifler için gereken stratejinin önemli bir parçasıydı çünkü bu platformlar uzayda daha uzağa gidildiği takdirde bir ilk durak olma niteliği taşıyorlardı.

İlk Sovyet uzay istasyonu Salyut I 1971'de fırlatıldı; bunu, 1973'te Amerikan Skylab takip etti. Sovyetler Salyut'un devamı niteliğinde farklı uzay istasyonları da fırlattılar ve nihayetinde 1986'da Mir Uzay İstasyonu fırlatıldı. Sonraki birkaç yıl içinde çekirdek modüle diğer parçalar da eklendi ve Mir Uzay İstasyonu farklı ülkelerden bir dizi kozmonot tarafından ziyaret edildi. Bu girişim hayli başarılı oldu ve istasyon on dört yıldan fazla sürede yörüngede kalmayı başardıktan sonra kontrollü bir şekilde yakılarak Dünya'ya getirildi.

1984'te ABD kendi uzay istasyonu programını başlattı ancak bu çalışma uluslararası bir işbirliği içinde yürütüldü. Tekrar kullanılabilir bir fırlatma aracı olan uzay mekiğinin başarılı ilerleyişi insanoğlunun uzayda kapsamlı bir şekilde kullanabileceği kompleks bir istasyon inşa etmesinin ilk adımıydı. Tek kullanımlık

uzay araçları ile fazla sayıda araç gereçin yerleştirildiği bir uzay platformunun yörüngede kalmasını sağlamak büyük bir kaynak tüketimini beraberinde getirdiği için bu proje bir ihtiyaç halini almıştı. Görevine başlayan uzay mekiği sayesinde Dünya ve platform arasında insan ve materyal taşınması artık daha hızlı ve az kaynakla mümkün olabiliyordu. 2007 yılı itibariyle toplam altı uzay mekiği inşa edildi.

1989'da Sovyetler Birliği'nin çöküşü sebebiyle Sovyet uzay programı sancılı bir döneme girdi. 1991'de ABD, Rusları davet ederek çalışmalarına Uluslararası Uzay İstasyonu'nda sürdürmelerini istedi; UUİ sonraki yüzyıl boyunca uzay programının belkemiği olacaktı. UUİ'nin ilk modülleri 1998'de fırlatıldı, sonraki yıllarda kalan parçalarının da fırlatılarak uzay istasyonunun inşaasının tamamlanması planlandı.

Apollo görevi insanlı uzay keşfinin potansiyelleri kadar sınırlarını da ortaya çıkardı. Ne kadar zorlayıcı olduğu bilinse de Ay'a insan göndermenin, güneş sistemindeki bir gezegene insanlı uzay aracı yollamak için yüzleşilen problemlerle kıyaslanması mümkün değildi. Teknolojik konular o denli kısıtlayıcıdır ki günümüzde dahi böyle bir projenin başlatılması gündemde değildir.

İnsanlı uzay keşfinin her zaman artıları ve eksileri olmuştur. İnsanlı uzay araçlarını uzaya göndermek insansız araçları göndermeye kıyasla çok daha maliyetlidir. Özellikle astronotların görev esnasında can güvenliklerinin sağlanması başlı başına bir konudur; insanların uzayda hayatını sürdürebileceği koşulları sağlamak da kolay bir iş değildir. İnsanlı uzay keşiflerindeki risklerin çoğuyla Yuri Gagarin'in yörüngeye çıkmasından sonraki denemelerde yaşanan kazalarla yüzleşildi. Yedi astronotun ölümüyle sonuçlanan belki de en trajik kazalardan biri, uzay mekiği Columbia'nın 1 Şubat 2003'te Dünya'nın atmosferine tekrar girişinde patlamasıyla yaşandı. Tabii yine de uzayda araştırma yürütmeleri ve arızaları onarmaları açısından düşünüldüğünde insanların insansız araçlara kıyasla çok daha etkili olduğu da bilinmektedir.

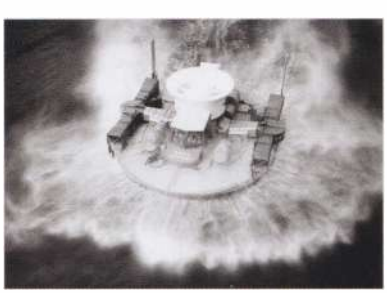
Dünya kaynakları üzerinde baskının artması, belki de gelecekte insanların farklı gezegen veya gökcisimlerinde yerleşimler kurmasıyla neticelenebilir. Ay'da madencilik yapmak ya da uzayda koloniler kurmak Jules Verne'in zamanında fantastik görülse de günümüzde insanlar için uçuk bir hayal olmaktan çıkmıştır.

Ulaşım

1955'te İngiliz mühendis Christopher Cockerel, suda ve karada yüzeye değmeden hareket eden bir taşıt olan hoverkraftı icat etti. İlk hoverkraft SR-N1 1959'da Manş Denizi'ni geçti, sonrasında düzenli seferler başlatıldı.

Havacılık alanında ise 1950'lerde jet uçaklarının ticari servise başlamalarıyla hava yolculuğunda büyük bir adım atıldı; hava taşıtlarının kapasitesi kadar çeşitliliği de arttı. Süpersonik uçaklar keşif ve askeri amaçlarla kullanılmaya başladı. 1975'te ilk ticari süpersonik Tu-144 kargo uçağının seferi ve sonraki yıl Concorde'un kullanıma girmesiyle havacılık teknolojisini sivil alana taşıdı.

Bu dönemde otomobiller, tasarımda belli başlı değişimlere uğradı. 1950'ler ve 1960'lar oldukça fazla yakıt tüketen yüksek güçlü motorların baskın olduğu bir dönem olsa da çevreci hareketlerin ve 1970'lerdeki petrol krizinin yarattığı baskı daha verimli motorların geliştirilmesini sağladı. Elektronik teknolojisi, özellikle mikroişlemciler, otomobillerin çeşitli işlevlerini kontrol etmeye başladı. Devrim yalnızca motor teknolojisinde değil aynı zamanda motorun yapımında kullanılan malze-



SR-N1 Hoverkraftı

Birçok kişi botlardaki sürtünmeyi azaltmak için hava yastığı kullanmayı denemiş olsa da çalışan bir hoverkraft tasarımı 1952'de Britanyalı mucit Christopher Cockerel'den geldi. İlk prototip SR-N1 (Saunders Roe Nautical 1) 1959'da yapıldı. Oldukça başarılı olan bu ilk üretim, Manş Denizi'ni bile geçti. Hoverkraftlar birkaç yıl sonra düzenli hizmet vermeye başladı. Buradaki fotoğrafta SR-N1 Westminster'daki Thames Nehri'nde görülüyor.

melerde de yaşandı. Otomobilin ağırlığını azaltmak için alüminyum, plastik ve karbon fiber gibi hafif malzemeler kullanıldı.

Moleküler Biyoloji

20. yüzyılın ikinci yarısında moleküler biyoloji alanında yaşanan gelişmeler insanlar üzerinde birçok şeyi değiştiren bir etki yarattı. Her şey iki Cambridge'li biliminsanı James Watson ve Francis Crick'in 1953'te DNA'nın yapısını keşfetmeleriyle başladı. Önceki yıllarda hücre bazında genetik araştırmalar yapılmıştı ancak Watson ve Crick'in parlak sezgileriyle taşlar yerine oturdu.

1953'te genetik materyalin yapısı açıklandıysa da hücrenin nasıl çalıştığı, özellikle proteinin nasıl oluştuğu gibi önemli detaylar hâlâ net değildi. 1957'de Crick, DNA, RNA ve protein gibi anahtar parçaların birbiriyle ilişkisini açıklayan Biyolojinin Merkez Dogması'nı geliştirdi. Ancak genetik kodun asıl çözümlemesi 1960'larda Marshall Nirenberg ve Har Gobind Khorana'nın nükleotidlerin DNA üzerindeki dizilimini ve böylelikle farklı aminoasitlerin oluşturulduğunu gösteren çalışmalarıyla gerçekleşti.

Genetik aktarımın temel mekanizması 1960'ların sonlarına doğru anlaşılsa da gerçek devrim genetik materyalin manipüle edilebileceğini gösteren tekniklerin keşfedilmesiyle yaşandı. 1970'te Amerikalı mikrobiyologlar Daniel Nathans ve Hamilton O. Smith, DNA moleküllerini belirli yerlerden koparak enzimleri keşfettiler. Bu restriksiyon enzimleri, genetik ve moleküler biyolojinin geleceğindeki en önemli unsurdu. 1972'de Paul Berg, restriksiyon enzimlerini kullanarak farklı DNA parçalarındaki genetik materyalleri koparıp bunları daha sonra bir araya getirerek bir rekombinant DNA molekülü yarattı. 1970'lerde DNA zinciri üzerindeki nükleotit dizilimlerin belirlenme sürecini hızlandırmak için farklı teknikler geliştirildi. Bu dönemlerde

Klon koyun Dolly

Bölünme yeteneği olmayan yetişkin bir hücreden klonlanan ilk hayvan, Dolly isminde bir koyundu. Bir koyunun meme hücresinden yapılan başarılı klonlama, hem klonlamanın potansiyelini gözler önüne serdi hem de klonlamanın etik problemleri üzerine tartışmalar başlattı. İskoçya'da Roslin Enstitüsü'nde yaratılan Dolly, 2003'te uyutularak öldürülene kadar yedi yıl yaşadı.

rekombinant DNA teknolojisi üzerine yoğunlaşan biyoteknoloji endüstrisi, genetiği değiştirilmiş yararlı kimyasallar üretmeye başladı.

Bir sonraki dönüm noktası, 1983'te Amerikalı biyokimyager Kary Mullis'in, biliminsanlarının bir DNA dizilimini oldukça hızlı bir şekilde tespit edip eşleyebilmesini sağlayan bir teknik olan Polimeraz Zincir Reaksiyonu'nu (PCR) bulmasıydı. Biyoteknoloji endüstrisindeki büyük patlamanın temellerini atan teknoloji buydu.

Biyoteknolojinin en göze çarpan sonuçlarından biri de klonlamaydı. 1950'lerde kurbağalar, 1980'lerde fareler klonlandı ancak bu klonlamaların hepsi embriyonik hücreler kullanılarak yapıldı. Yetişkin bir hayvandan yapılan ilk başarılı klonlama 1996'da İskoçya'da Roslin Enstitüsü'ndeki araştırmacıların Dolly isimli bir koyunu klonlamasıyla gerçekleşti. Klonlamanın etik sorunlarına rağmen hayvancılık, tıp ve farmakoloji endüstrisinde fazlasıyla kullanılacak bir teknik olduğu kanıtlanmış oldu.

Tarım

Moleküler biyoloji insanların ufkunu genişletse de tarım, tıbbi ilaçlar ve tıp alanlarındaki potansiyeli ancak 1980'lerden sonra anlaşıldı. Bu esnada, büyük ölçüde Ford ve Rockefeller Vakıflarının çabalarıyla Meksika'da yüksek verimli ve hastalıklara dirençli buğday ve mısır çeşitlerinin üretildiği eşi benzeri görülmemiş bir deney gerçekleşti. Bu deneyin arkasındaki kişi Amerikalı ziraat bilimci Norman Borlaug'du. Yüksek Verimli Türler (HYVs) kısa sürede dünyanın birçok yerine yayıldı, özellikle Hint Yarımadası'nda tarım üretiminde ciddi bir artış sağlayıp kıtlık riskini düşürdü. Tahıl üretimindeki bu inanılmaz gelişme, tarıma kazandırılan yeni bitki türleri, gübreler, böcek ilaçları ve tarımdaki makineleşme 1960'lar ve 1970'lerdeki Yeşil Devrim'i beraberinde getirdi.

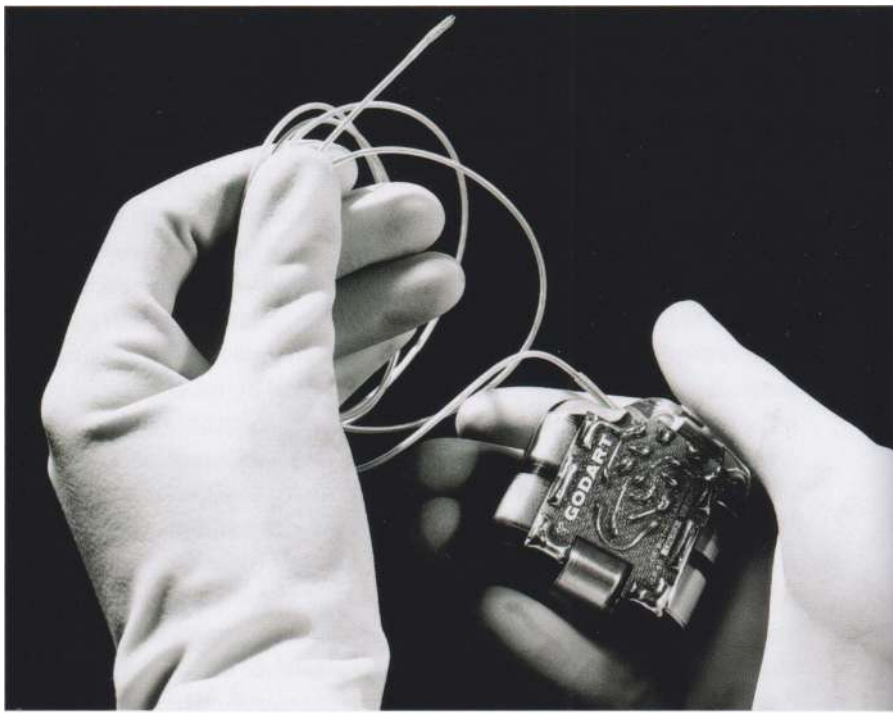
Biyoteknolojik devrimden sonra ziraat bilimciler genetiği değiştirilmiş bitkilerin hastalıklara ya da ziraat ilaçlarına dirençli hale getirilebileceğini fark ettiler. Bu Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar (GDO), mısır, pamuk ve soya fasulyesini zararlı böceklere karşı dayanıklı hale getirecek genlerin eklenmesiyle elde ediliyordu. Bu gen transferiyle elde edilen bitkilerin sağlık ve çevresel güvenlik açısından kullanılabilirliği üzerine büyük tartışmalar gündeme geldiyse de özellikle gelişmekte olan ülkelerde bu tarım ürünlerine olan talep giderek artıyor.

Tıp

Dünya savaşı süresince özellikle ortopedi ve cerrahi alanındaki muazzam ilerlemeyi tıp, tıbbi ürünler, tanı bilimi ve cerrahideki daha da radikal değişimler takip etti. Bu dönem boyunca çeşitli mikroplarla savaşan yeni antibiyotikler sentezlendi. Tetanoz ve tifo gibi bakteriyel hastalıklara karşı aşılama zaten yapılıyordu. Bu dönemde yapılan aşılamalar daha güvenli ve etkili oldular. Buna ek olarak çocuk felci, grip ve kızamık gibi viral hastalıklara karşı aşılar geliştirildi. 1954'te Jonas Salk ilk çocuk felci aşısını yaptı, 1960'ta ise Albert Sabin ağızdan alınabilen bir çocuk felci ilacı geliştirdi. Bulaşıcı hastalıklara karşı yapılan aşılamalar Batı'da hastalık ve ölüm oranlarının düşmesinde önemli bir rol oynadı.

Kalp pili

1957'de ilk takılabilir kalp pili Earl Bakken tarafından yeni geliştirilen transistor teknoloji kullanılarak yapıldı. Kalp pili kalp rahatsızlığı olan hastalar için oldukça kullanışlı bir aletti. Elektriksel uyarıları kullanarak kalp ritmini düzene sokuyordu. Birkaç yıl içerisinde vücuda yerleştirilebilen çok daha uzun ömürlü kalp pilleri geliştirildi. Fotoğraftaki, epoksi reçineden yapılma, cıva pillerle çalışan üç yıl ömürlü ilk kalp pillerinden biridir.



20. yüzyılın sonlarına gelindiğinde birçok bulaşıcı hastalığın önü alınmış olsa da tıp alanında büyük bir sorun olan kanser tedavisi için bir çözüm bulunamamıştı. Tümörlere karşı radyasyon ve x ışınları uzun bir süre kullanıldı. Nükleer reaktörlerin gelişmesiyle birlikte çeşitli radyoaktif izotoplar sayesinde daha etkili bir radyasyon terapisi mümkün hale geldi. Dahası, oldukça etkili ve kuvvetli kimyasallarla yapılan kemoterapi farklı türlerde tümörlerle mücadelede etkili bir yöntem olarak yerini aldı. Cerrahi müdahalelerin mümkün olduğu kanser türleri haricinde tamamen etkili bir tedavi bulunamamış olsa da bu hastalıkla mücadelede önemli bir aşamaya gelindi ve kanser hastalarının yaşama şansı ciddi bir şekilde arttı.

Cerrahide bu dönemde iki önemli gelişme öne çıktı. İlki, plastik gibi yeni malzemelerin katarakt hastalarında protez lenslerden gelişmiş dikiş tekniklerinde, kalp kapakçıklarından ortopedik desteğe kadar geniş bir yelpazede kullanıma girmesidir. İkincisi, ameliyat sonrası hastalarda oluşan komplikasyonların giderilmesinde oldukça faydalı olan mikroskobik ameliyatların yapılmaya başlamasıdır. Kalp ameliyatlarında ise, kalp-akciğer makinesinin gelişimi cerrahların güvenli bir şekilde ameliyat yapmalarını sağladı. Stent ve balonların kullanılmasıyla kalp hastalıklarının ameliyatlı tedavisi yaygınlaşmaya başladı. Kalp ritmini düzene sokmak için kalp pillerinin kullanılması da bu döneme denk geldi. Kalp pili fikri daha önce de düşünülmüştü fakat bunun hayata geçirilmesi ancak 1950'lerin sonlarına doğru transistorün ica-

dından sonra taşınabilir kalp pillerinin üretilebilmesiyle mümkün oldu.

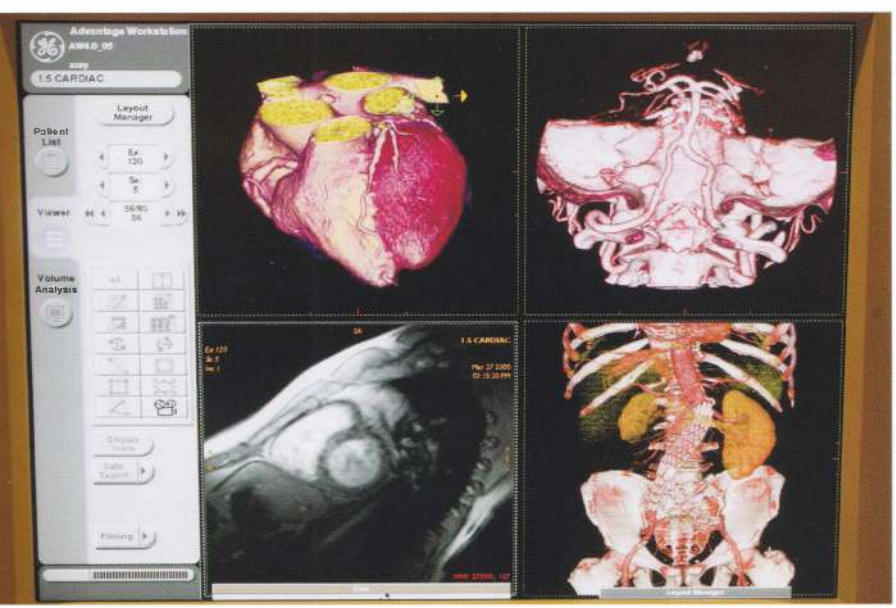
Önemli ilerlemelerin kaydedildiği bir başka alan da tanı bilimiydi. 1970'lerde, doktorların iç organları üçboyutlu görebilmelerini sağlayan Bilgisayarlı Tomografi icat edildi. Bu teknikle önce x ışınlarıyla farklı açılardan alınan ikiboyutlu görüntüler, daha sonra bilgisayar yardımıyla yeniden oluşturularak üçboyutlu bir görüntü elde ediliyordu. Bilgisayarlı Tomografi birbirlerinden bağımsız olarak Godfrey N. Hounsfield ve Allan M. Cormack tarafından Amerika'da icat edildi. Bu, özellikle beynin görüntülenmesinde oldukça önemli bir gelişmeydi.

1970'lerde başka bir teknik olan Manyetik Rezonans Görüntüleme, Raymond Damadian tarafından geliştirildi. Bu tanı yöntemi nükleer manyetik rezonans kullanarak vücudun içyapısının parçalı görüntülerinin alınabilmesini sağlıyordu. Öncesinde kimya çalışmalarında maddeyi oluşturan moleküllerin incelenmesinde kullanılan bu teknik, aynı prensiplerle tıp alanında vücut dokularının, özellikle beyin ve omurga sinir sisteminin görüntülenmesinde kullanıldı. Bilgisayarlı Tomografi'yle kıyaslandığında Manyetik Rezonans Görüntüleme, çok daha detaylı bir görüntü verir ve hiçbir yan etkisi yoktur.

Tıbbi ilaçlar, tanı bilimi, cerrahi teknikler ve halk sağlığında kaydedilen ilerlemeler, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde hastalık ve ölüm oranlarında ciddi bir düşüş yaşanmasını sağladı. Ölümcül hastalıklara karşı edinilen bağışıklık bu hastalıkları neredeyse yok etti. Ancak HIV, sıtma ve ilaca dirençli tüberküloz gibi hastalıklar halen varlığını sürdürüyor. Ayrıca en azından Batı'da, yaşam tarzları nedeniyle gelişen kalp hastalıkları ölümlerin en büyük sebebi oldu.

Plastik ve Yeni Materyaller

Plastik dünya savaşından önce keşfedilip kullanılmaya başlamıştı ancak



Bilgisayarlı Tomografi (BT) ve Manyetik Rezonans Görüntüleme (MR)

20. yüzyılda Godfrey Hounsfield ve Allan Cormack tarafından 1971'de geliştirilen Bilgisayarlı Tomografi, Raymond Damadian tarafından 1974'te patenti alınan Manyetik Rezonans Görüntüleme (MR) ve Edward Hoffman, Michael Phelps ve Michael Ter-Pogossian tarafından icat edilen Pozitron Emisyon Tomografisi gibi gelişmiş tekniklerin tanı bilimine önemli katkıları oldu. Bu teknikler medikal pratisyenlere insan bedenini x ışınlarının sağladığından daha detaylı inceleme imkânı sundu. Bu teknolojiler bilgisayar ve elektronik alanında kaydedilen ilerlemeler sayesinde oldu. Burada BT ve MR görüntüleme makinelerinin yaptığı kalp, beyin ve omurga taramaları görülüyor.

bu dönemde kullanım alanı genişledi. Cerrahi alanda implantlarda kullanılanlar da dahil olmak üzere farklı nitelikli plastikler üretildi. Bu dönemde plastik dışında devrim yaratan bir materyal daha keşfedildi: karbon fulleren. 1985'te iki grup, moleküler ışınlar üzerine deneyler yaparken birbirinden habersiz bir şekilde karbonun bilinen allotropları olan kömür, grafit ve elmas haricinde yeni bir formunu keşfettiler. Bu bileşenler sınıfının mimar Richard Buckminster Fuller ile popülerleşen jeodezik kubbeye benzeyen sıra dışı bir geometrisi vardı, bu nedenle de ismi fulleren kondu.

Çeşitli deneyler sayesinde fullerenlerin farklı türleri keşfedildi; bunlara Buckminsterfullerene ve karbon nanotüp isimleri verildi. Bu maddelerin halihazırda nanoteknoloji, elektronik, kozmetik, optik gibi malzeme bilimlerinde kullanılan sıra dışı özellikleri vardı. Bu malzemenin keşfiyle birlikte maddenin oldukça küçük, hatta nanometre (metrenin milyarda biri) ölçeğinde analiz ve manipüle edilebilmesinin önü açıldı.

Yarıiletken teknolojisi de savaş sonrası dönemde birtakım yenilikler gördü. Daha iyi ve etkili yarıiletkenler elektronik aletlerin yapımında kullanılmak üzere geliştirildi. Bu malzeme ayrıca fotoğraflar ve güneş pillerinde de kullanıldı. İnsansız uzay araçları ve uyduların uzaya fırlatılması, bu araçların içerisindeki elektronik devrelerin sürekliliğini sağlayabilmek için yeterli ve güvenli bir enerji kaynağına ihtiyaç duyulduğu anlamına geliyordu. Fotovoltaik malzemelerden yapılan güneş panelleri bu amaçla kullanıldı, günümüzde kullanılmaya da devam ediyor. Fotovoltaikler yüzyılı aşkın süredir biliniyorlardı ancak Sputnik fırlatıldıktan

Three Mile Adası Nükleer Santralı

Savaş yıllarında yapılan başarılı kontrollü zincirleme nükleer reaksiyon denemeleri çoğunlukla askeri amaçlara hizmet ediyordu. 1951'de ilk defa nükleer enerjiden elektrik elde edildi. Nükleer endüstrisi 1960 ve 1970'li yıllarda ciddi bir büyüme gösterdi; Fransa gibi bazı ülkeler nükleer gücü çok büyük ölçeklerde kullandı. Ancak 1979'da Harrisburg, Pennsylvania'daki Three Mile Adası nükleer santralındaki sızıntılar ve 1986'daki Çernobil faciası nükleer endüstride bir durgunluk dönemine girilmesine neden oldu.

sonra verimli ve pratik bir güneş pili geliştirilebildi.

Nükleer Güç

Enerji alanındaki en önemli gelişme nükleer gücün keşfiydi. Atom bombasının geliştirilmesinden sonra, kontrollü bir atomik parçalanmadan açığa çıkan enerjiyle türbinlerin çalıştırılıp enerji üretilebileceği fark edildi. 1953'te ABD'de, nükleer gücün barışçıl amaçlar için kullanılmasına zemin hazırlayan Barış için Atom Programı (Atoms for Peace Program) başlatıldı.

Atomik parçalanmadan açığa çıkan muazzam enerjinin hasat edilebilmesi için gereken temel bilgiler iyi bilinse de bunun güvenli bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlayacak reaktörlerin tasarımı halen çözülmüş değildi. 1950'lerin sonları ve 1960'larda bu amaçla birçok tasarım yapıldı, çeşitli nükleer enerji santralları kuruldu. Bunların içinde basınçlı su reaktörleri, hafif sulu reaktörler ve gaz soğutmalı reaktörler vardı. 1970'lerin başında yaşanan petrol kriziyle beraber Batı'daki enerji güvenliğinin ciddi bir tehlikeye girmesi nükleer enerji endüstrisini harekete geçirdi. Ancak 1979'daki Three Mile Adası kazası ve 1986'da Sovyetler'de yaşanan Çernobil faciası gibi bir dizi kaza sonucu dünya nükleer gücün yarattığı tehlikenin farkına vardı. Bu kazalardan sonra bile ne yazık ki konu üzerinde çok az bir ilerleme kaydedildi.

20. yüzyılın sonuna gelindiğinde füzyon reaktörü teknolojisi artık kendine bir yer edindiyse de nükleer enerjiyi pratik ve kullanışlı hale getirecek herhangi önemli bir teknik geliştirilemedi. Hafif çekirdeklerin birleşmesinden doğan enerji prensibiyle çalışan füzyon (büyük çekirdeklerin daha küçük çekirdeklere bölündüğünde enerji açığa çıkarmasının tam tersi), sonsuz ve temiz bir enerji kaynağı olma potansiyelini taşıyor. Bu enerjiyi elde etmek için kullanılacak pratik bir füzyon reaktörü yapımındaki teknik problemler oldukça ürkütücü olmasına karşın önemli ilerlemeler kaydedildiği de inkâr edilemez.

Askeri Teçhizat

Dünya savaşında kullanılan V-2 füzeleri, silah yükü kapasitesi artırılmış hava taşıtları, daha yıkıcı bombalar ve toplar ve tabii ki atom bombası, teknolojinin yıkıcı etkisini gözler önüne sermişti. Berlin Duvarı'nın yıkılışına kadar Sovyetler ve ABD arasında savaş sonrası dönemin getirdiği silahlanma yarışı, soğuk savaşın en doğal sonuçlarından biriydi.

Atom bombası savaşın sonlarına doğru Japonya üzerinde test edilmişti. Sonrasında çok daha öldürücü bir silah olan hidrojen bombası ABD'de

İlk Amerikan Kıtalararası Balistik Füzesi

Naziler tarafından geliştirilen füze ve roket teknolojisi 1950'lerde ABD ve Sovyetler tarafından geniş ölçekli bir kıtalararası balistik füze geliştirebilmek için kullanıldı. Yıllar içinde teknoloji hızla gelişti ve birden çok hedefi vurabilen daha hassas füzeler üretildi. Fotoğrafta bir grup çocuk 1959'da New York, Brooklyn, Coney Island, Aquarium Compound'da ilk Amerikan Kıtalararası Balistik Füzesi'nin kalkış durumuna getirilişini izliyor.

1952'de geliştirilip test edildi. Sovyetler ise çok geç kalmadan bu teste kendi füzyon silahlarını test ederek cevap verdiler. Bu yıkıcı silahlar geliştirilip test edildikten sonra her iki taraf da daha büyük ve daha güçlülerini yapmak için durmadan çalışıyorlardı. Silahlar olası bir düşman saldırısı için karaya, havaya ve suya yeterli miktarlarda yerleştiriliyorlardı. Bu caydırma stratejisi silahlanma konusunda ciddi boyutlara ulaştığında ise dünya alarma geçti. Artık güvenilir ve düzgün bir dağıtım sistemine ihtiyaç vardı.

Savaştan hemen sonra düşman saflarını vurabilecek güdümsüz füzeler geliştirildi. Bunlar 1950'lerde Avrupa'nın doğusu ve batısına konuşlandırıldı. Bir yandan da savaş döneminde ve sonrasında ilerletilen elektronik ve seyir sistemi teknolojileri kısa bir süre içinde füzelerin geliştirilmesinde kullanılmaya başladı. Bu dönemde ABD ve Sovyetler tarafından birçok yere çeşitli güdümlü taktik füzeler yerleştirildi. Bu füzelerin çoğu termonükleer silahlar taşıyordu.

Uzun mesafeleri vurabilen ve insanlı hava taşıtları tarafından taşınabilen stratejik füzelerin geliştirilmesiyle bu alanda niteliksel bir değişim başladı. Bu füzelerin başka bir avantajı da her yere yerleştirilebiliyor olmalarından ötürü düşman saldırılarına karşı ciddi bir savunma gücü yaratmalarıydı. Stratejik füzeler; roketle fırlatıldıkları için fark edilemeyecek kadar yüksekten ve oldukça uzun mesafelere ulaşan balistik füzeler ile jet motoru kullanarak daha alçaktan giden seyir füzeleri olarak ikiye ayrılıyordu.

Almanların savaş döneminde korkunç V-2 füzelerini geliştirmek için kullandığı teknoloji savaş sonrasında Amerikalılar tarafından kullanıldı. 1950'li yıllarda uzun menzilli ve ağır nükleer başlık taşıyabilecek kapasitede füzeler üretmek için birçok deneme yapıldı. Sonunda 1959'da ilk kullanıma hazır kıtalararası balistik füze olan Atlas ve Titan, ABD'de geliştirildi. Bu füzeler sıvı yakıtlıydı; yük kapasitesi ve menzil açısından kısıtlıydılar. ABD, 1957'de Sovyetler'in Sputnik'i fırlatmak için kullandığı füze teknolojisinin üstüne çıkmak için katı yakıtlı bir kıtalararası balistik füze üretme arayışına girdi. Bu çabaların sonunda ABD'yi füze yarışında Sovyetler'in önüne geçiren Minuteman geliştirildi. Katı yakıt kullanımı, daha güçlü motorlu, daha uzun menzilli ve daha "güvenli" bir füze geliştirilmesine imkân verdi. Dahası, bu füzeler daha uygun maliyetli, daha ufak ve seri üretime daha uygundular.

1970'lerde balistik füze teknolojisi her iki tarafın çoklu savaş başlığını kullanmaya başlamasıyla büyük bir ilerleme kaydetti. Bu füzeler, birden fazla savaş başlığıyla farklı hedefleri vurabilen ve dolayısıyla yıkıcılığı daha yüksek ölümcül silahlardı.

Sonunda 1980'lerde ABD, düşman tarafından fırlatılan nükleer füzeleri havada vurmaya yarayan çeşitli silahların kullanımını teklif eden Stratejik Savunma Girişimi'ni başlattı. Bu silahların içinde lazer silahlar ve çarpışma silahları vardı.

Soğuk savaş 1991'de Sovyetler'in dağılmasıyla bitti; bu silahlar hiç kullanılmadı ancak muhtemelen geliştirilmeye devam etti.

İletişim

Transistorün 1947'de Bell Laboratuvarları'nda icadı elektronik devrimin

ve yarıiletkenlerin öncüsüydü. Birkaç yıl içerisinde yarıiletken teknolojisi kondansör ve rezistörün kullanımında ve bunların transistor ve diyotlarla aynı silikon parçasının içine konmasında gelişmeler yaşandı. Böylelikle kompleks gereçler ufaldı ancak bu parçaları birbirine bağlama problemi çözülemedi.

1958'de Jack Kilby ve Robert Noyce birbirinden bağımsız olarak oldukça ince metal kanalların direkt olarak silikon parçanın üzerine konabileceğini ve böylelikle farklı araçlarla üretilebileceklerini göstererek büyük bir gelişmeye imza attılar. Böylelikle tüm aksam, iç bağlantılar da dahil olmak üzere oldukça ufak bir tasarımın içinde üretilebilir bir hale geldi. Bilinen adıyla tümleşik devre, bu dönemde gerçekleşecek mikro elektronik devrimin önemli bileşenlerinden biriydi.

Ses kaydeden ve üreten aletler önceki yıllarda daha kaliteli ve daha yüksek sesli gramofonların geliştirilmesiyle çeşitli ilerlemeler kaydetti. Ancak 1950'lerde gramofonun yerini alacak yeni bir alet geliştirildi. Bu, aslında Alman mühendisler tarafından dünya savaşı esnasında ses kaydetmek için icat edilen manyetik teypti. Orijinal tasarım daha sonra Britanyalılar ve Amerikalılar tarafından sesi yüksek kalitede kaydedip üretebilmek amacıyla geliştirildi. Bu yeni alet muazzam bir ilgi gördü; birkaç yıl içerisinde kasetçalarlar Batı'da birçok evde kullanılmaya başladı.

Benzer bir şekilde sinema teknolojisinde önceki yıllarda renk ve sesin eklenmesi gibi çeşitli yenilikler yaşanmıştı ancak televizyonlarda halen görüntü kaydedilip sonra yayınlanamadığı için canlı programlar yapılıyordu. 1956'da Charles Ginsburg ve Ray Dolby manyetik teyp kullanarak pratik bir video kaset kaydedici geliştirdiler. Bu, televizyon endüstrisinde, tıpkı radyo endüstrisinde olduğu gibi programların kaydedilip istenildiği zaman yayınlanabilmesini sağladığı için oldukça önemli bir gelişmeydi. İlk video kaydedicinin profesyonel kullanıma sunulmasından sonra evlerde kullanılmak üzere taşınabilir ve daha ekonomik video kaydediciler geliştirilmeye başladı. 1970 ve 1980'lerde video kaydediciler hayli popülerleşti; önceden kaydedilmiş televizyon programları ve filmler de herkesin kolayca erişebildiği bir teknoloji haline geldi.

Video ve ses kaydedicileri, ses ve görüntü verilerinin kaydedilebilmesi için bazı materyallerin manyetik özelliklerini kullandı. Ancak 1980'e gelindiğinde Phillips ve Sony şirketleri yeni bir dijital kayıt tekniği geliştirdiler. *Compakt disc* ya da CD, plastik bir yüzey üzerinde lazer ışığı kullanarak veri yazıp okuyabiliyordu. CD James Russell

Video kaset kaydedici

1951'de Charles Ginsburg ve ekibi, televizyon görüntülerini yakalayıp onları elektriksel uyarılara dönüştürdükten sonra manyetik teype kaydeden video kaset kaydediciyi icat etti. 1956'da ilk video kaydedicinin satılmasıyla video ve ses programlarını kaydetmek bir filmin maliyetinin çok daha altında mümkün oldu. Ancak bu teknoloji ilk çıktığında iç pazarda satılmak için çok pahalı olduğundan televizyon piyasasında kullanıldı. 1970'lere gelindiğinde iç piyasaya yönelik uygun fiyatlı ilk video kaset kaydedici geliştirildi. Video kaydediciler 1980'lerde hayli popüler bir hale geldi; *compakt disc*'ler (CD) geliştirilene kadar yerlerini korudular.

Mobil telefonculuk

Cep telefonu konsepti ilk kez Bell Laboratuvarları'nda polis arabaları teknolojisiyle 1942'de önerildi. 1973'te Motorola aynı teknolojiyi kullanarak ilk taşınabilir ve bir aracın dışında kullanılabilir telefonu geliştirdi. Mobil telefonların piyasayla buluşması 1990'ları bulsa da bu cihazın yaygınlaşması 1990'ların sonlarına doğru oldu. Bu aletin iletişim tarihinde yaptığı devrim hiçbir şeyle kıyaslanamaz; günümüzde artık sabit telefon hattı sahibinden çok mobil telefon kullanıcısı var. Bu teknoloji hızla gelişti; bugünkü şebekeler ve cihazlar, video ve internet gibi birçok olanak sunuyor.

tarafından 1957'de icat edilmiş olsa da 1980'lerde seri üretilmeye başladıktan sonra popülerleşti. Kuşkusuz CD, ses ve bilgi kaydında gramofondan sonraki en büyük gelişmeydi.

1982'de CD'ler daha yüksek kalitede daha fazla ses kaydedebildikleri için dijital ses kaydında çokça kullanılmaya başladı. Ayrıca CD'ye kaydedilen sesin kalitesi zamanla bozulmuyordu. Birkaç yıl içerisinde ses kaydıyla aynı teknolojiyi kullanan video CD'leri geliştirildi ancak video kaydetmek için gereken depolama alanı sese kıyasla oldukça fazla olduğu için yeterince verim alınamadı.

1995'te yine Phillips ve Sony, bir lazer diskten ya da ses CD'sinden çok daha fazla depolama alanına sahip DVD'yi piyasaya sürdüler. İlk kez ses ve görüntüyü dijital ortamda yüksek kalitede kaydedip oynatmak mümkün oldu. Bu teknolojinin kilit noktası, veri yazmak için çok daha ufak çukurlar oluşturan yüksek güçlü lazerlerin kullanılmasıydı.

Bu dönemde fotoğraf teknolojisi daha canlı renkler ve daha gerçeği yansıtan görüntülerin alınabilmesi gibi çeşitli yenilikler gördü. Ancak bu yenilikler fotoğraf çekme ve görüntü kaydetmenin temel teknolojisini değiştirmedi – görüntüleri kaydetmek için bir film kullanılıyor, daha sonra negatifler elde ediliyordu. Dijital kameraların geliştirilmesinden sonra fotoğrafın temel biçiminde yapılan değişiklikle fotoğrafçılıkta bir devrim yaşandı.

İlk filmsiz dijital kamera 1975'te Eastman Kodak'tan Steven Sasson tarafından yapıldı. Oldukça hantal ve yavaş olan bu kameranın üretimine geçilmedi. 1990'da ilk piyasaya sürülebilir dijital kamera geliştirildi. Bu alet görüntüleri dijital bir dosya halinde kaydetmek ve daha sonra bilgisayarda okunabilmesini sağlamak adına bir CCD (Charge Coupled Device) kullanıyordu. Kısa süre içinde SLR (Single Lens Reflex [Tek Mercek Yansıtma]) gibi çeşitli dijital kameralar geliştirildi.

Tıpkı fotoğraf gibi telefonlar da 20. yüzyılın ikinci yarısında radikal değişikliklere uğradı. 1950'ye kadar çoğu gelişmiş ülkede yaygın bir telekomünikasyon ağı vardı. Tabii ki telefon alıcılarında olduğu kadar anahtarlama ve iletim araçlarında da birçok yenilik ve gelişme yaşandı. Uzay uydularının fırlatılmasıyla kısa bir süre içinde bu uyduların en önemli yararlarından birinin iletişim teknolojisinde kullanılabilme ihtimalleri olduğu anlaşıldı.

1962'de ilk haberleşme uydusu Telstar 1 fırlatıldı. Bu, televizyon yayınlarını ve telefon konuşmalarını Atlantik üzerinden iletecek olan ilk uyduydu. 1963'te fırlatılan Syncom 2, ilk senkron haberleşme uydusuydu. Jeos-

tatik yörüngeye (yerden 35.400 km yukarıda) oturtulan ve Dünya'yla aynı hızda dönen bu uydunun Dünya'ya göre yeri değişmiyordu. Bu teknolojiyle yer ve uydu arasında kesintisiz bir iletişim mümkün kılındı. Birkaç onyıl içerisinde muazzam bir bilgi aktarımı yapan senkron haberleşme uydularının sayısı üç yüzü geçti.

İletim teknolojisindeki bir diğer yenilik de fiber optik kabloların kullanıma girmesiydi. Işığın düzgün döşenmiş bir optik fiberin üzerinden yönlendirilebildiği 19. yüzyıldan beri biliniyordu ancak bu fikri hayata geçirmek için gereken teknolojiye erişilememişti. 1950'lerde araştırmacılar midenin incelenebilmesi için bükülebilir bir gastroskop geliştirmeye çalışıyorlardı. Bu süreçte 1950'lerin sonlarında ilk optik malzemeyle çevrili lifi (fiberi) yaptılar.

1957'de lazerin keşfi araştırmacıları, liflerin iletişim alanında kullanılabileceğini düşünmeye sevk etti. 1960'larda liflerin hafifletilebilmesi için cam teknolojisinde çeşitli yenilikler yapıldı. 1970'lerde geliştirilen optik yükselteçler ile mevcut yenilikler birleştirildiğinde ise uzun mesafelere sinyal iletimi mümkün oldu.

1990'lara gelindiğinde çok büyük veri dosyalarının iletimine ihtiyaç duyulması, iletişim endüstrisinde optik lif kullanımını ve geliştirilmesini tetikledi. Fiber optikler ses, veri ya da video içerikli, oldukça yüklü dosyaların iletimini uzun mesafelerde çok az veri kaybıyla yapabildikleri için çok avantajlıydı.

Radyo ve televizyon teknolojilerinin birleştirilmesi fikri özellikle savaş yıllarında çokça denenmişti. Hatta ilk mobil telefon servisi 1946'da ABD'de geliştirilmişti. Pek gelişkin olmayan bu servis, radyo alıcıları ve vericilerinin sabit bir telefonla iletişime geçmesini sağlıyordu. 1964'te bu teknoloji geliştirildi ve Improved Mobile Telephone Service'in [Gelişmiş Mobil Telefon Servisi] tanıtımı yapıldı. İlk tasarıma göre büyük bir ilerleme kaydeden bu hizmetin yine de belirli bir telefon trafiğinden fazlasını kaldırabilecek bir kapasitesi yoktu.

Çok hantal ve kullanışsız olsa da ilk mobil telefon cihazı 1973'te Motorola tarafından icat edildi. 1984'te Bell Laboratuvarları'nda telefonun daha iyi bir radyo spektrumu kullanarak verimli olması sağlandı; daha pratik ve taşınabilir bir tasarım geliştirildi. 1991'de Finlandiya'da ilk mobil şebeke hizmeti faaliyete geçti. Özellikle dijital teknolojinin kullanılmasıyla, aktarım teknolojisi ve mobil telefon cihazındaki bu müthiş gelişmeleri yenileri takip etti. Yüzyılın sonunda bazı Avrupa ülkelerinde neredeyse sabit telefon kadar mobil telefon kullanılıyordu.

Telefon üzerinden sesli ve hareketli resim gönderimi 1920'lerden beri

CD ve DVD yığını

James Russell tarafından 1965'te icat edilen kompakt diskin seri üretimine 1980'lerde geçildi. CD teknolojisi büyük bir başarıydı. Müziği dijital ortamda kaydedip tekrar oynatabilmek için lazer kullanımı, ses endüstrisinde önemli bir gelişmeydi. CD'nin ardından geliştirilen DVD ise video kaydedicilerden çok daha kaliteli bir görüntü sağlıyordu.

İlk bilgisayarlar

İlk bilgisayarlar devasa boyutları ve tonlarca ağırlıklarıyla kocaman aletlerdi. UNIVAC 1 (Universal Automatic Computer I) bilimsel amaca hizmet etmesinden ziyade yönetimsel işlere yardımcı olması için 1951'de yapıldı. Fotoğrafta ABD Hava Kuvvetleri UNIVAC 1'i test ediyor. Bu dev makine 28 m^2'lik taban alana sahipti ve 2 MHz'lık bir işletim sistemi vardı.

araştırılıyordu, ancak bazı deneysel projeler haricinde bu alanda pek bir gelişme yaşanmamıştı. 1956'da Bell Laboratuvarları telefon şebekesini kullanabilen bir görüntülü telefon geliştirdi. Bu tasarım daha sonra ikinci nesil bir görüntülü telefon üzerinde geliştirilip 1971'de piyasaya sunuldu. Görüntü sıkıştırma ve daha hızlı ve ucuz programlama yöntemlerinin geliştirilmesiyle dijital görüntülü telefonlar AT&T tarafından 1992'de piyasaya sürüldü. Bu alet görüntüyü bozmadan karşı tarafa iletebilmesi açısından kendinden bir önceki teknolojiye göre hayli gelişmişti.

Bilgisayarlar

Elektronik ve bilgisayar teknolojisi bu dönemde inanılmaz bir büyüme gösterdi. Bu büyümedeki en önemli parça olan tümleşik devrenin geliştirilmesi büyük ölçekli cihazların ufalmasını sağladı. 1940'ta ENIAC'ın başarılı bir şekilde kurulması ve çalışmasının ardından çeşitli alanlarda özelleşmiş birçok bilgisayar geliştirildi.

Bu alandaki ufuk açıcı teorik çalışmalar ENIAC'ın geliştirilmesinde ve atom bombasının yapılması için başlatılan Manhattan Projesi'nde çalışan Macar asıllı Amerikalı matematikçi John von Neumann tarafından yapılmıştı. 1946'da von Neumann meslektaşlarıyla birlikte bilgisayar biliminin temellerini anlatan öncü bir metin yazdı. Neumann, girilen veriler ile bilgisayarın bu verilerle ne yapacağına ilişkin bilgi beraber depolanırsa sistemin hızlanacağını öngördü.

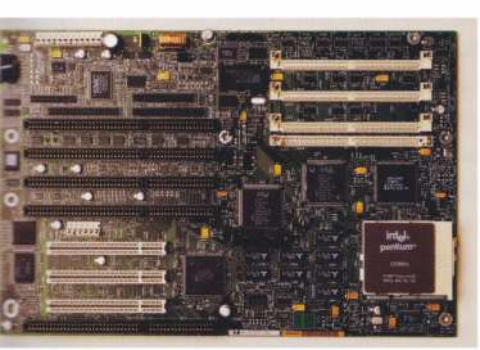
Depolanmış programlı ilk bilgisayar 1949'da Britanya'da yapıldı ancak pek verim alınamadı. İlk başarılı depolanmış programlı bilgisayar 1951'de Amerikan Nüfus Sayım İdaresi için üretildi. UNIVAC 1 ilk ticari bilgi işlem bilgisayarıydı ve bir klavyesi vardı. Girdi ve çıktı bilgileri manyetik teyplere işlenen bu bilgisayar zamanının en hızlı iş makinesiydi. ENIAC'a kıyasla hayli ufak olsa da bu bilgisayar yaklaşık 24

Delikli kartlar

İlk delikli kartlar 19. yüzyılda dokuma tezgâhlarında, yüzyılın sonlarına doğru ise hesap makinelerinde kullanıldı. Dijital bilgisayarcılığın ilk yıllarında delikli kartlar veri giriş çıkışlarında ve programlarda kullanılıyordu. IBM bu teknolojiyi geliştirdi, böylece delikli kartlara veri kaydeden IBM makineleri oldukça yaygınlaştı. Fotoğrafta IBM çevirici üzerinde çalışan bir operatör görülüyor.

m^3'lük bir alan kaplıyordu.

Sonraki yıllarda Remington Rand, Burroughs ve en önemlisi IBM gibi çeşitli üreticiler farklı makinelerin geliştirilmesi için çalıştılar. Tüm bu makineler depolanmış programlama teknolojisine dayanıyordu ve her bir tasarım bir öncekine göre ilerleme kaydediyordu. Buna rağmen bu makinelerin kullanmanın özel bir eğitim gerektiren zor bir iş olması ve bilgisayarların hayli pahalı oluşundan ötürü bu makinelerin kullanımı oldukça sınırlıydı. Ayrıca bilgisayarlar aynı anda yalnızca bir veri işleyebildikleri için bilgisayar kullanmak hayli zaman alıcı ve zahmetli bir süreçti.



Bilgisayarların gelişmesi ve yaygınlaşmasındaki bir diğer engel de henüz bir programlama dilinin olmamasıydı. Tüm bilgisayar komutlarının o zamanın makine dili adı verilen oldukça zahmetli bir dilde yazılması gerekiyordu. Sıradan matematiksel işlemleri bilgisayar tarafından anlaşılan makine diline dönüştüren bir çevirmene uzun zamandır ihtiyaç duyuluyordu ancak bu konuda somut bir gelişme yoktu.

1952'de Manchester Üniversitesi'nde bir öğrenci olan Alick Glennie, adını Autocode koyduğu bir program prototipi yarattı. 1954'te IBM mühendisleri ilk ve hayli popüler olan üst düzey bilgisayar dili FORTRAN'ı tasarladılar. İlk kez sıradan, uzman olmayan kullanıcılar bilgisayarda çalışacak programlar yazabildiler. Sonrasında birçok dil geliştirildi ancak FORTRAN özellikle biliminsanları ve mühendisler arasında

Intel Pentium işlemci çipi

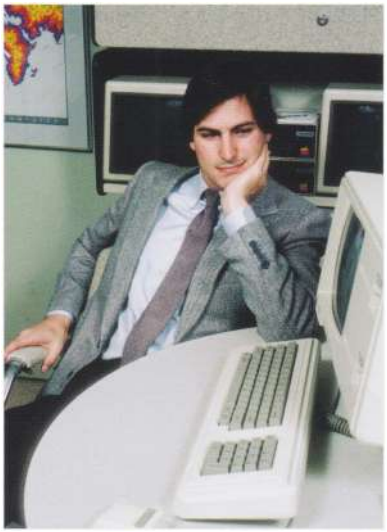
1993'te Intel, kullanımda olan 486 işlemcinin yerine Pentium ya da P5 serisi mikroşlemciyi piyasaya sürdü. Radikal bir tasarımı olan Pentium'un, neredeyse on yıl boyunca çoğu kişisel bilgisayarın temelini oluşturan ve çok daha hızlı veri işleyen bir yapısı vardı.

popülaritesini korudu.

IBM bilgisayarları daha ulaşılabilir ve güçlü kılan bir dizi önemli icadın altına imza atmıştı. Manyetik disk ve zincir yazıcı bunlardan bazılarıdır. IBM ayrıca makineleri çok amaçlı hale getirmek için ilk çıktığından beri tümleşik devre kullanıyordu. IBM'in bu dönemdeki en önemli yeniliklerinden biri 1960'lar boyunca oldukça fazla satarak bilgisayar piyasasına hükmeden IBM 360 serisiydi.

Bu dönemdeki bir başka önemli gelişme de ortak kullanımın, yani bilgisayar kaynaklarının birden fazla program tarafından aynı anda kullanılmaya başlamasıydı. Bu konu üzerine sayısız teorik ve pratik çalışma yapılmış olsa da fikrin hayata geçmesi ancak 1960'ların ortalarında mümkün oldu. Sektördeki kritik icatlardan biri Bell Laboratuvarları'nda çalışan iki araştırmacı Dennis Ritchie ve Ken Thompson'ın yeni bir işletim sistemi olan UNIX'i geliştirmeleriydi. Oldukça güçlü bir işletim sistemi olan UNIX programcıya birçok esneklik sağlıyordu. Üniversitelere ücretsiz olarak dağıtılan UNIX hızla ün kazandı. Zamanla farklı versiyonları geliştirilen UNIX işletim sistemi günümüzde halen sunucuların güç merkezi olarak yerini koruyor.

1965'te minibilgisayar adı verilen ve bilgisayarın kullanım alanını genişleten yeni tür bir makine geliştirildi. Bu makine, artık anaçatı bilgisayar dediğimiz daha büyük makinelerle aynı işlevde ancak onların sadeleştirilmiş versiyonuydu. Minibilgisayarlar anaçatı bilgisayarlara göre daha uygun fiyatları sayesinde kısa bir süre içinde birçok üniversite ve şirket tarafından alınıp 1970'lerin ortalarına kadar kullanıldı.



Mikroişlemci devrimi oyunun kurallarını değiştirdi. Tümleşik devre 1960'larda zaten kullanılıyordu ancak içindeki bileşenlerin artmasıyla daha yoğunlaşıyor ve tasarımı giderek daha sofistike bir hal alıyordu. 1971'de San Francisco civarlarında (ileride Silikon Vadisi olarak anılacak yerde) genç bir şirket olan Intel, komut işleyebilen bir tümleşik devre geliştirdi. 4004 adıyla bilinen bu alet, Japon bir şirket tarafından hesap makinelerinin içinde kullanıldı ve oldukça iyi sattı. Ancak ilk gerçek anlamda kullanılabilir mikroişlemci olan 8008, 4-bit'lik 4004'ten farklı olarak 8-bit işlemciye sahipti. 1972'de geliştirilen 8008'in yerini 1974'te 8080 aldı. Fakat kimse bu aletlerle ne yapılacağını bilmiyordu.

İlk mikrobilgisayar Micral, 1973-74 yılları arasında 8080 mikroişlemci kullanılarak Fransa'da geliştirildi ancak bu alet Fransa'nın dışında pek bilinmiyordu. 1975'te MITS adlı bir şirket Altair isimli bir bilgisayarın yapımını içeren bir hobi seti üretti. Bu, set meraklıları arasında hayli popülerleşti,

Steve Jobs ve Apple Bilgisayarları

Lise mezunu Steve Jobs ve Steve Wozniak, ilk Apple bilgisayarı Lisa'yı 1976'da tasarladılar. Jobs ve Wozniak akabinde ilk Grafiksel Kullanıcı Arayüzü kullanan bilgisayar Macintosh'u geliştirdiler. Macintosh, IBM'in kişisel bilgisayarlarına kıyasla üzerinde çalışması çok daha basit bir bilgisayardı. Birkaç yıllığına Apple'ı bırakan Jobs, daha sonra iPod ve iTunes gibi yeni ürünlerle dönerek şirketi canlandırdı.

zaten bilgisayarcılık alanında yenilik getiren çoğu kişi de hırslı birer Altair meraklısıydı.

Yazılım alanındaysa 1974'te ilk tablolama programı VisiCalc, Dan Bricklin ve Bob Frankston tarafından geliştirildi; Gary Kildall minibilgisayarlar için ilk işletim sistemi olan CP/M'yi (Mikrobilgisayarlar için Kontrol Programı) piyasaya sürdü. İki Altair meraklısı Bill Gates ve Paul Allen, mikrobilgisayarlar için yazılım geliştirmek üzere Microsoft Şirketi'ni kurdular. Bir diğer iki Altair meraklısı olan Steve Jobs ve Stephen Wozniak da Jobs'un garajında bir bilgisayar yapmak için kolları sıvadı. Çabalarının sonucunda geliştirdikleri ilk Apple makinesini oldukça cüzi bir miktara sattılar. Buna karşın kısa bir süre sonra şirketleşerek Apple III gibi bir başarıya imza atan ikili 1982'de ilk Grafiksel Kullanıcı Arayüzü (Graphical User Interface [GUI]) olan bilgisayarı geliştirdiler. Lisa adı verilen bu bilgisayar çok başarılı olmamasına karşın devrim niteliğindeydi. Grafiksel Kullanıcı Arayüzü ve onunla beraber birçok alet (fare, lazer yazıcı, Ethernet vb.) daha önce Palo Alto'daki Xerox Araştırma Merkezi'nde (PARC) icat edilmişti ancak Xerox bu teknolojileri ticarileştirme konusunda başarısız olmuştu.

1984'te Apple Lisa makinesinin daha ufak bir versiyonu olan Macintosh'u tanıttı. Macintosh, tasarımı ve kullanım kolaylığı açısından ilk gerçek anlamda başarılı kişisel bilgisayardı. Daha önce IBM kendi ürettiği bilgisayarı tanıtarak mikrobilgisayar piyasasına giriş yapmıştı. 16-bit 8088 Intel işlemci kullanan bu alet elektronik tablolama ve sözcük işleme gibi birçok şeyi yapabiliyordu. Microsoft Corporation'ın sattığı Disk İşletim Sistemi (DOS) adında bir işletim sistemini kullanarak üretilen bu bilgisayar o dönemde piyasada bulunan tüm bilgisayarlardan daha güçlüydü ve iki yıl içerisinde yarım milyon ünite sattı.

Sonraki birkaç yıl içerisinde kişisel bilgisayar teknolojisinde hem yazılım hem donanım alanında pek çok yenilik yaşandı. Intel'in geliştirdiği işlemci sayesinde kişisel bilgisayarların performansı artırıldı. Daha yoğun manyetik disk daha çok veri depolama alanı anlamına geliyordu. Disketler gibi çeşitli aletlerin de ortaya çıkmasıyla verilerin daha kolay taşınması sağlandı.

1980'lerde popülerleşen taşınabilir bilgisayarlar ve avuç içi cihazlar 1990'lara damgasını vurdu. Bu aletler kişisel bilgisayarların yapabildiklerini yapmak için tasarlanmıştı, tek farkları boyutlarındaki küçülmeden ibaretti, ama pek başarılı oldukları söylenemez.

1996'da Palm Inc, Palm Pilot adında bilgisayar özelliklerini taşımayan ancak kullanıcı için veriyi hazır bulunduran bir avuç içi alet geliştirdi. Küçük, hafif ve kişisel bilgisayarlara kolayca bağlanabilen bu aletin kalemi vardı; özel yazılımı sayesinde el yazısını ayırt edebiliyordu. Popülaritesi nedeniyle pek çok şirket yüzyılın sonunda Palm Pilot'un kendi tasarladıkları versiyonlarını üretmeyi denedi.

İnternet

1980'lerin sonuna gelindiğinde kişisel bilgisayarlar Batı'da hayli popülerleşti ve hem işte hem de akademide yaygın bir şekilde kullanılmaya başladı. Her yıl gelen yeni özelliklerle daha da güçlenen bilgisayarlar yazıcı, CD-ROM

World Wide Web

World Wide Web 1988'de CERN'de çokuluslu işbirlikçilerin parçacık hızlandırıcısı hakkındaki veri alışverişinin sağlanabilmesi için geliştirildi. 1993'te piyasaya sürülen ilk tarayıcı Mosaic ile internet ağı, herkes tarafından erişilebilir oldu. World Wide Web, internet ile beraber başta gelişmiş ülkeler olmak üzere büyük bir kesimin bilgi paylaşımı ve erişiminde adeta devrim yaptı. Görselde görülen internet sayfalarından oluşan küre, internet ağı tarafından mümkün kılınan küreselleşmiş bilgiyi simgeliyor.

ve ses çıkışı gibi yan donanımların da eklenmesiyle çok yönlü bir alet haline geldi.

Kişisel bilgisayarların geliştirilmesinden çok önce Defense Advanced Research Projects Agency [Savunma İleri Araştırma Projeleri Ajansı [DARPA]), bilgisayarlar arası bir iletişim sisteminin geliştirilmesi için araştırmalar yapıyordu. Bunun amacı olası bir nükleer saldırıda yok olmayacak bir bilgisayar altyapısı oluşturmaktı. 1969'da buna benzer ilk sistem Arpanet, bazı üniversiteler ve devlet kurumlarını bağlantılamak üzere geliştirildi. İnternetin atası olan Arpanet, bilgisayarlar arası veri aktarımı yapılmasını sağlıyordu ancak uygulama alanı oldukça kısıtlıydı. Kullanıcıların bu iletişim ağından faydalanabilmeleri için elektronik posta ve dosya aktarım protokolü gibi basit uygulamalar geliştirildi.

1973'te iki araştırmacı Vinton Cerf ve Robert Kahn, hatasız ve yeterli veri aktarımı yapılabilmesi için bir protokol geliştirdi. Transmission Control Protocol (Aktarma Kontrol Protokolü/İnternet Protokolü [TCP]), aktarılan verileri paketliyordu ve bu sistem kısa bir sürede tüm iletişim ağları için standart bir yöntem haline geldi. 1985'e gelindiğinde yönetimsel ya da ticari birçok yeni iletişim ağı TCP/IP [Aktarma Kontrol Protokolü/İnternet Protokolü] kullanıyordu. TCP, yüklü veri dosyalarını küçük parçalara ayırıyor, farklı rotalardan gönderip hedef ağa geldiğinde tekrar bir araya getiriyordu. Bunu mümkün kılan ve rotaların kontrolünü sağlayan sisteme İnternet Protokolü adı verildi. İnternetin, birbirine bağlanmış çeşitli iletişim ağları yığını olarak giderek popülerleşmesine karşın büyük kuruluşlar, akademiler ve hükümetlerin bu iletişim ağına erişimi kısıtlıydı.

Bu durum 1991'de, CERN'de çalışan biliminsanı Tim Berners-Lee'nin CERN'in dünyanın farklı yerlerinde çalışan biliminsanları ve işbirlikçileri arasında büyük veri dosyalarının paylaşılmasını mümkün kılan bir sistem geliştirmesiyle değişti. Hipermetni temel alan bir protokol geliştiren Berners-Lee, İnternet üzerinden World Wide Web'in (WWW) gelişmesine imkân veren bu sisteme HTTP adını verdi. 1993'te Süperiletken Uygulamaları Ulusal Merkezi (National Center for Superconducting Applications [NCSA]) ilk ağ tarayıcısı Mozaic'i piyasaya sürdü. Bu teknoloji Netscape adında

bir firma tarafından pazarlandı; böylece halkın büyük çoğunluğunda yeni ufuklar açan ilk ticari tarayıcı satışa sunuldu. World Wide Web, interneti kullanan insan sayısının hızla artmasıyla katlanarak büyüdü.

1990'ların ortalarında web ve internet gündelik hayatın ayrılmaz bir parçası haline geldi. Yüzyılın sonunda dünya nüfusunun %6'sı internete erişebiliyordu. İnternet, özellikle World Wide Web bilgi, ticaret, eğitim ve iletişim gibi birçok aktivitenin vazgeçilmez sanal aracı haline geldi.

Lazerler

1916'da Einstein eşdeğer salınım teorisini açıkladı. Atomların koherent ışık yaydıkları belli koşullar altında ışık üzerinde kendiliğinden oluşan bir olayın yaşandığını öne sürdü. Bu fikirler 1951'de Kolombiya Üniversitesi'nde genç bir araştırmacı olan Charles Townes'ın mikrodalgalar üzerinde yaptığı deneylere kadar önemsiz birer teorik merak olarak kaldı. Dünya savaşı sırasında mikrodalgalar üzerine yapılan birçok araştırma Townes'ın çalışmalarına ışık tuttu. 1953'te amonyak moleküllerini mikrodalgalar arası boşlukta kullanarak eşzamanlı mikrodalgalar üreten bir alet geliştirdi. Bu alete maser (Microwave Amplification by Simulated Emission of Radiation) adı verildi. Bağımsız olarak benzer zamanlarda Moskova'da Lebedev Laboratuvarları'nda çalışan iki biliminsanı Alexander Prokhorov ve Nikolai G. Basov da aynı aleti geliştirdiler.

1950'li yıllar boyunca maserler üzerinde birçok araştırma yapıldı ancak bu teknolojinin kullanılabileceği çok alan yoktu. 1958'de Townes ve Arthur Schawlow buna benzer bir aleti mikrodalgalar yerine görülebilir ışıklarla yapmayı önerdiler. 1960'a kadar çeşitli gruplar bu aleti inşa etmeyi denediler ve 1960'ta Theodore Maiman yakut kristali kullanarak ilk lazeri geliştirdi. Bundan altı ay sonra Ali Cevan ve diğerleri tarafından ilk gaz lazeri üretildi. İki yıl sonra yarıiletken lazer geliştirildi.

Lazerin geliştirilmesi önemli bir teknolojik ilerlemeydi ancak keşfinin ilk yıllarında lazer, kendine pratik bir kullanım alanı bulamadı. Kademeli olarak çeşitli uygulamalarda kullanılmaya başladı. 1963'te araştırmacılar yeni geliştirilmiş lazerleri kullanarak ilk hologramı yaptılar. 1970'lere gelindiğinde barkod okuyucular süpermarketlerde hatta kütüphanelerde kullanılmaya başladı. Lazer ayrıca göz ameliyatlarında retina yırtılmalarını onarmak için insizyona gerek olmadan kullanıldı. Eğlence endüstrisinde devrim yapan kompakt diskler ve sonrasında DVD teknolojileri, lazerin geliştirilmesi sayesinde mümkün oldu.

Lazerler hatasız kaynak yapmaya ve delik açmaya yardımcı oldukları için üretim endüstrisinde de kullanıldı. Fiber optiğin iletişim alanında muazzam bir büyüme göstermesi bu teknolojinin gelişmesinin bir ürünüdür. Büyük lazer-

Mikrodalga fırın

Mikrodalgalarla yemek pişirmek İkinci Dünya Savaşı'nda mikrodalga radarları üzerine çalışan bir grup biliminsanı tarafından keşfedildi. 1945'te patenti alınsa da hiçbir zaman gerçek anlamda popüler olmadı. Ancak 1970'lerin sonuna gelindiğinde bu teknoloji kullanılarak uygun fiyatlı ve kullanışlı fırınlar piyasaya sürüldüğünde mikrodalga fırınlar evlerdeki yerini aldı. Yüzyılın sonuna gelindiğinde mikrodalga fırınlar gelişmiş ülkelerdeki hemen her evin mutfağına girmişti.

Barkod okuyucu

Barkodlar 1940'larda icat edildi, 1960'larda kullanılmaya başladı ve 1980'lerde gündelik hayatın vazgeçilmez bir parçası haline geldi. Genellikle objelerin tanımlanmasında kullanılan barkodlar envanter kontrolü ve üretim endüstrisinde yaygınlaştı. Farklı çeşitlerde barkod okuyucular geliştirildi, ancak günümüzde en sık kullanılanlar lazer barkodlar okuyucularıdır.

ler ayrıca nükleer füzyon için gerekli yüksek ısı dereceleri elde etmek amacıyla düzenli bir biçimde kullanıldı. Çok ufak bir noktaya odaklandığı ve çok uzak mesafelerde bile dağılmadığı için lazer uzun mesafelerin ölçülmesini sağladı. Örneğin Ay'ın uzaklığı yüzeye yerleştirilen bir aynaya gönderilen lazer ışınları sayesinde tam olarak ölçülebildi.

Bu ve bunun gibi icatlar 20. yüzyılın ikinci yarısının teknoloji ve bilim açısından hayli hareketli bir dönem olduğunu gösteriyor. İnsanoğlu ulaşabildiği sınırı aşıp uzaya çıktı. Teknoloji, güçlü silahların üretilmesiyle yıkıcı amaçlar için kullanıldı. Yine de teknolojinin bilimsel ilerleme için kullanılmadığı söylenemez. Elektronik devrim ile evlerde tüketim mallarının kullanımı yaygınlaştı.

Ulaşım ve iletişim alanlarındaki devrimsel gelişmeler ülkeler arasındaki mesafeleri kısalttı ama bu da ulusların birbirini daha iyi anlamasını sağlamadı. Bilişim teknolojisinde özellikle yüzyılın son yirmi yılında muhteşem gelişmeler yaşandı. İnternetin geliştirilmesiyle kolayca erişilebilir hale gelen bilgi sayesinde piyasalarda yaşanan büyük bir demokratikleşmenin ardından toplumlarda temelden bir değişim başladı.

Teknolojik gelişmelerin ve kullanımının hızla artan temposu; malzeme, yakıt, hatta su ve hava gibi ulaşılabilir kaynaklar üzerinde büyük bir baskı oluşturdu. Bazı teknolojilerin çevreye verdiği zarar çok büyüktü, felakete sebep olma potansiyelleri yüksekti. 20. yüzyılın son yirmi yılında gelecek jenerasyonların teknolojik ve ekonomik büyümeyle gezegeni koruma arasında katı bir seçim yapmaları gerekiyordu. Böylelikle yeni milenyumda çevreci teknolojilerin geliştirilmesi gündeme geldi.

Teknoloji ve Çevre

Teknolojinin ilerleme için kullanılması çevreye olan etkisinden ayrı düşünülemez. Ancak teknolojinin bu etkisi geçmişte fark edilmedi. Bunun çeşitli sebepleri vardı. Dünya üzerinde fazla insan yoktu, yeterli kaynak vardı, teknoloji yerel olarak geliştirilip kullanılıyordu ve teknolojinin değişmesi kademeli olarak uzun seneler içinde gerçekleşiyordu. Tüm bunlar Sanayi Devrimi ile değişti.

Sanayi Devrimi teknolojinin seyrini değiştirerek nihayetinde insan hayatını her yönüyle temelden etkiledi. Sosyal ve ekonomik ilişkiler hatta politika teknolojideki büyük değişimden payını aldı. Ancak 19. yüzyıla kadar teknoloji genel olarak ekonomik üretimi ve ulusların refahını artırması açısından bir iyilik timsali olarak görülüyordu, gerçi İngiltere'deki ilk tekstil fabrikalarının tuhaf koşullarına bakılırsa bütün vatandaşlara faydası olmadığı ortada. Teknoloji bir övünç ve merak meselesiydi. 19. yüzyılın sonlarında üretim mallarının beğeniye sunulduğu sergileri görmeye gelen binlerce insan, makinelerle mümkün olabilecekleri gördüklerinde korkuyla karışık bir saygı duymuşlardı.

Tüm bu teknolojik çılgınlığın ortasında başta teknolojinin insanoğlundan üstün gelmesi ve özellikle Rönesans'tan beri Batı'da yaygın olan doğayı fethetme düşüncesine karışı gelen Amerikalı yazar Ralph Waldo Emerson olmak üzere, muhalif fikirler de vardı. Sonrasında ise H.G. Wells, Henry James ve Aldous Huxley gibi önemli düşünürler önü alınamayan teknolojik büyümenin çığırından çıktığına parmak bastılar. Sanayi Devrimi'nden sonra müthiş bir endüstriyel büyüme dönemine giren kapitalist Batı'da olduğu kadar sosyalist Doğu'da da böyleydi. Çevreye verilen olumsuz etkiler sürecin sebep olduğu küçük bir bedel olarak görülerek bir kenara itildi. Doğanın, tüm bu endüstriyel atığı kaldırabilecek kadar güçlü ve cömert olduğu düşünülüyordu. Gerçekler 1950 ve 1960'lı yıllarda fark edildi ve sonsuz enerji kaynağı nükleer gücün de keşfedilmesiyle tescillendi.

1929'daki Büyük Buhran ile teknolojinin parıltısı biraz olsun söndü ve teknolojinin tek başına insanoğlunun her derdine deva olamayacağı fark edildi. Bu süreçte sosyo-ekonomik ilişkiler de en az teknoloji kadar önemliydi. İkinci Dünya Savaşı'nın küresel boyuttaki yıkımı, özellikle Hiroşima ve Nagasaki'ye atılan atom bombaları, teknolojinin insan ilişkilerini kurduğu mu yoksa yıktığı mı sorusunu akıllara getirdi.

Nükleer dönemin başlamasıyla birçok biliminsanı ve düşünür açıkça nükleer silahların üretilmesine karşı çıktılar. Ancak savaşın akabindeki soğuk savaş döneminde ABD'de karşıt görüşler bastırıldı

Buzulların erimesi

Fosil yakıtların 20. yüzyılın ikinci yarısında çokça tüketilmesinden dolayı artan sera gazı salınımı şu an bile dünyanın ortalama sıcaklığında artışa sebep olmaktadır. Biliminsanları küresel ısınmanın kutuplardaki buzullarda yıkıcı bir azalmaya ve deniz seviyesinde yükselmeye sebep olacağını öngörüyor.

Sera gazları

Fabrikalaşma, ulaşım ve enerji üretiminden salınan karbondioksit, artan sera gazı etkisinin başlıca kaynağıdır. Biliminsanları arasında küresel ısınmanın ilerleme hızı ve büyüklüğü konusunda anlaşmazlıklar olsa da bunun insanlık için korkunç bir tehdit olduğu hakkında bir fikir birliği var. Küresel ısınmanın yol açacağı felaket gelişmekte olan dünyada yaşayan milyarlarca insanın hayatını tehlikeye attığından ülkeler, bu gazların salınımının azaltılması için harekete geçti.

çünkü Sovyetler ile mücadele edebilmek için gerekli askeri hamlelerin yapılması konusunda sessiz bir fikir birliği vardı. Savaştan sonraki ekonomik patlamayla, bir refah dönemine girildi ve başta ABD olmak üzere Batı'da tüketim önemli ölçüde arttı.

1950 ve 1960'lı yıllarda teknoloji hız kesmeden ilerlemeye devam etti; bu yıllarda teknolojinin çevre üzerindeki etkisi fark edilmeye başladı. Çeşitli kimyasalların etkileri üzerine yapılan araştırmalar ve vahşi doğaya kurulan fabrikalar ile teknolojinin her zaman iyi ve sürdürülebilir olmadığına birçok insan ikna oldu. Aydınlar ve toplumun önde gelen isimleri, gezegenin Batı'daki teknolojik yaşam tarzını besleyip sürdürecek kadar zengin kaynaklara sahip olup olmadığını sorgulamaya başladı. Çevreci hareketler bu sorgulamanın ve doğadaki yıkımın temel sonuçlarından biriydi. Ortalama bir Batılının ekolojik ayak izi o kadar büyüktü ki ülkeler henüz gelişmişlik seviyesine gelemeden gezegenin kaynaklarının tükeneceğinden korkuldu.

1980'lerde yapılan araştırmalar teknolojinin uzun vadedeki etkilerinin bir felaketle sonuçlanabileceğini gösterdi. 1985'te Britanyalı biliminsanları ozon tabakasında ABD büyüklüğünde bir "delik" olduğunu fark ettiler. Ozon tabakasında açılan delik direkt olarak soğutma ve diğer endüstrilerde kullanılan sprey tüplerinin ve kloroflorokarbonların artan kullanımı yüzündendi. Atmosferdeki ozon tabakası Dünya'yı Güneş tarafından yayılan zararlı ultraviyole radyasyonundan koruyordu. Bu tabakanın zayıflaması deri kanseri ve diğer hastalıkların görülme sıklığında artış olması anlamına geliyordu. Tüm bunlar sonucunda 1987'de zararlı kimyasal kullanımının aşamalı olarak durdurulmasını içeren uluslararası anlaşma Montreal Protokolü imzalandı. Çoğu ülkenin imzaladığı

Montreal Protokolü hayli başarılı oldu ve kloroflorokarbonların kullanımı büyük ölçüde azaldı.

Batı'daki çevreci hareket zamanla farklı alanlarda da etkisini gösterdi. Avrupa'da politikanın şekillenmesinde önemli rol oynadı. Örneğin Almaya'daki Birlik 90/Yeşiller Partisi, oldukça açık bir çevresel takvimle önemli bir politik güç haline geldi. Birçok ülkede çevreci sivil toplum kuruluşları atıklar, geri dönüşüm ve tehlikeli maddeler hakkında farkındalığı artırmaya çalıştı.

Bu çabaların etkisi düzensizdi ve zamana yayılmıştı. Bazı ülkelerde endüstrilerin bireye ve çevreye zarar vermediğini garantileyen kanunlar çıkarıldı. Daha sıkı salınım standartları, tehlikeli maddelerin depolanması ve atılması konsunda daha katı kurallar ve nükleer enerji santrallarına daha kısıtlayıcı düzenlemeler getirildi. Bireyler de buna farklı şekillerde karşılık verdiler; cam, kâğıt ve alüminyumun geri dönüşümü yaygınlaştı; çevreyi koruma amacıyla yaşam tarzları değiştirildi. Birçok

şirket çevreci bir tutumun getirdiği ticari yararın farkına vararak, temel faaliyetlerinin sebep olduğu çevresel yıkımın getirdiği kötü şöhreti telafi etmek için çevreci kampanyalar düzenlemeye başladı.

Bu eğilim Batı'da devam ederken, gelişmekte olan ülkelerde de Batı'nın ilerlemesinin sürdürülebilir olmayışı ve farklı bir çevrenin mümkün olduğu kanısı yaygınlaşıyordu. Bunun sonucunda insanlar teknolojik gelişmenin, çevreye verilen kalıcı hasara değer olup olmadığını düşünmeye başladı. Dev barajların ve enerji santrallarının yapılmasına karşı duran çevreci hareketler, doğal kaynakların teknoloji tarafından yok edilmesine engel oldu.

Aynı zamanda birçok biliminsanı, fosil yakıtların kullanımı ve karbondioksit ve metan, troposferik ozon ve azot oksit gibi sera gazlarının salınımı gibi küresel ısınmaya neden olan insan faaliyetlerinin atmosferdeki etkilerini haritaladılar. Bu faaliyetler deniz seviyesinin yükselmesi ve kutup buzullarının erimesi gibi çeşitli felaketlere sebep oluyordu.

Yüzyılın sonuna gelindiğinde biliminsanları arasında, küresel ısınmanın kapsamına dair genel bir anlaşma bulunmasa da muhtemel bir felaketin eşiğinde olunduğuna dair bir fikir birliği sağlanmıştı. 1992 Rio de Janeiro Dünya Zirvesi'nde biliminsanları ve politikayı belirleyen kişiler bu duruma karşı harekete geçmeye karar verdiler. Beş yıl sonra karbondioksit salınımını kontrol altına almayı amaçlayan uluslararası anlaşma Kyoto Protokolü birçok ülke tarafından imzalandı.

Teknolojinin çevre üzerindeki zararlı etkisi herkesçe kabul edildikten sonra sıra, gelecek jenerasyonların kaynaklarından taviz verilmesini önleyecek sürdürülebilir bir çevrenin geliştirilmesine geldi. Böylelikle insan ve doğa arasında bir denge kurulacaktı. Bunun için küresel sera gazı salınımının %50'sinden fazlasının durdurulması gerekiyordu. Gelişmekte olan ülkeler tedbirli bir şekilde gelişmelerine devam edecekleri için bu yükün sorumluluğunu gelişmiş ülkelerin omuzlaması gerekiyordu.

Kyoto Protokolü

1998'de sera gazı salınımının azaltılması için devletlerin yatırım yapmasını içeren uluslararası bir anlaşma hazırlandı. İlerleyen senelerde birçok devlet tarafından kabul edilen Kyoto Protokolü'nü, dünya üzerinde en fazla sera gazı salınımı yapan ülke ABD henüz imzalamadı. Fotoğrafta Global Climate Coalition yönetim başkanı David Merrill, 14 Şubat 2005'te, Beyaz Saray'ın önünde bir eylem sırasında George W. Bush'un Kyoto Protokolü'nü imzalası gerektiğini anlatan bir metin okurken görülüyor.

YENİ BİR MİLENYUM

FÜTÜRİSTİK TEKNOLOJİ (2000'DEN İTİBAREN)

NASA'nın araştırma uçağı X-43A Hyper-X'in bir temsili

Ses hızından yaklaşık beş kat daha hızlı giden hipersonik (sesüstü) uçakların üretimi uzun bir süredir havacılığın gündeminde. Ancak böyle bir taşıtın prototipinin dahi üretilmesi için bile çözülmesi gereken birçok teknik problem var. ABD ordusu 2007'de NASA'nın scramjet gücüyle çalışan ve sesten on kat daha hızlı giden hipersonik araştırma uçağı X-43A'nın başarıyla test edildiğini duyurdu. Scramjetler, bünyesinde oksijen taşıyan roketlerin aksine atmosferdeki oksijeni kullanarak günümüzde aralarında yedi saat mesafe olan San Francisco ve Washington DC arasındaki mesafeyi yirmi dakikaya kadar düşürebilir.

ÇİN'İN YÜKSELİŞİ

20. yüzyıl eşi benzeri görülmemiş bir teknolojik ve bilimsel ilerleme çağıydı. Elbette insanlık tarihinde devrimsel nitelikte birçok gelişme yaşandı. Tarım, hayvanların ehlileştirilmesi, tekerlek, barut, buhar gücü ve diğer icatlar insanların yaşayış biçimini otomobil, genetik mühendislik, bilgisayar ve uzay yolculuğu kadar temelden değiştirmişti. Ancak 20. yüzyılla alakalı iki gelişme diğerlerinden kesin bir biçimde ayrılır. Birincisi, teknoloji daha önce hiç olmadığı kadar hızlı ilerlemeye başladı. İkincisi, teknoloji insanlığın büyük çoğunluğunun hayatının ayrılmaz bir parçası haline geldi. 20. yüzyılda teknoloji yalnızca yaygın değil, aynı zamanda ucuz ve erişilebilirdi de.

20. yüzyıl, bilim ve teknoloji ile tanımlanan bir yüzyıla yakışan bir biçimde, ufukta büyük bir teknolojik problemin belirmesiyle son buldu. Y2K hatası adı verilen bu sorun, dünyada kargaşa ve kaos yaratabilecek bir tehditti. Bu problemin kaynağı, hükümet daireleri ve büyük şirketler tarafından kullanılan ana bilgisayarların veri depolamasıydı. Mikroişlemci devriminden önce de popüler olan bu ana bilgisayarlar, yeni bilgisayar ve programlara geçiş yapmanın oldukça maliyetli olduğu göz önünde bulundurularak ufak değişikliklerle kullanılmaya devam etti.

Problem, modern endüstri toplumunun kalbinde yer alan bu ana bilgisayarların, depoladıkları verilerin tarihlerini dört basamaklı yıl olarak yazmak yerine tarihin son iki basamağını kullanarak işlemeleriydi. 1960'larda kodlanan bu programın ve barındırdığı verilerin 2000 yılına kadar kalacağını kimse düşünmemişti. Hal böyle olunca bu ana bilgisayarların muhtemel bir tarih hatasıyla yıllık emekli maaşları ya da faiz ödemeleri gibi rakamları belirlerken tarihi 2000 değil de 1900 olarak hesaplayıp korkunç bir faciaya sebep olacağı korkusu yayıldı. Bu hatadan kaçınmak için inanılmaz sayıda bilgisayar uzmanı çalıştı ve milyarlarca dolar harcandı. Nihayetinde 31 Aralık 1999'da tüm insanlar nefeslerini tutmuş muazzam bir finansal kâbusun başlamasını bekliyorlardı. Ancak beklendiği kadar korkunç bir hata olmadı ve yeni milenyum sorunsuz bir şekilde başladı.

Önceki yüzyılın son yıllarındaki olaylar 21. yüzyılın ilk yıllarının gidişatında belirleyici oldu. Sovyetler Birliği'nin dağılmasıyla Doğu Avrupa'da başlayan kaos ortamı dünyada tek bir askeri ve ekonomik süper güç kalmasına sebep oldu: Amerika Birleşik Devletleri. Ancak son birkaç yıl, önceleri gelişmekte olan yüksek potansiyelli bir ülkenin doğuşuna şahit oldu. Çin, uyguladığı ekonomik reformlarla ekonomisini hızla büyütmeye başladı. Çin ekonomisinde son 15-20 yılda elde edilen büyüme

insanlık tarihinde benzersiz bir olaydı. Bu büyüme, Çin'in dünya nüfusunun %15'ine ev sahipliği yapmasıyla katlandı ve Çin'in tüm dünya üzerinde büyük bir etkisi oldu.

Dünya ekonomisindeki bir başka eğilim de artan globalleşme ile devletler arası karşılıklı bağlantıların kurulmasıydı. İletişimde yaşanan gelişmeler, özellikle de internet sayesinde coğrafi sınırlar giderek önemini kaybetmeye başladı. Böylelikle uluslar birbirleriyle ticaret yaparak yarışmaya başladılar. Çin, tüketim mallarının üretildiği dev bir dünya atölyesine dönüştü. Tüketim mallarının küresel ölçüde tüketilmesi tedarik zinciri yönetimi ve lojistik alanlarında uzmanlık gerektiriyordu. İletişim teknolojilerinin yaygın bir şekilde kullanılması ve hızlı ulaşım için kullanılmaya başlanan konteyner gemileri gibi yenilikler hayata geçirildi. Küreselleşen yalnızca tüketim mallarının üretimi değildi, iletişim sayesinde finans sektörü de hızla büyüdü.

Artan küreselleşmenin yeniliklere de etkisi oldu. Dünyanın her yerine sirayet etmiş rekabet nedeniyle endüstrilerin var olmasının en önemli koşulu yeniliklerle kendilerini geliştirmeleriydi. Donanım, yazılım ve hatta iş süreçleri gibi alanlardaki yenilikler üretim sürecinde hızlanma ve verimliliğin artmasıyla daha ucuz ve kaliteli malların üretilmesini sağlıyordu. Bu yenilikler organizasyonlar arasındaki ayırt edici özellik haline geldi ve daha büyük ölçekte güncel ekonomik sistemde ayakta kalacak endüstrilerin belirleyicisi oldu.

Teknolojik ve bilimsel yeniliklerin lideri olan ABD, Japonya ve Avrupa üzerindeki üstünlüğünü korumaya devam

2000: George Bush ABD'nin, Vincent Fox ise Meksika'nın yeni başkanı oldu. Çiçekli bir bitki olan fare kulağı teresinin (*Arabidopsis thaliana*) gen dizilimi yayımlandı. İnsan gen diziliminin çıkarılması, İnsan Genom Projesi ile tamamlandı.

2001: Ariel Şaron İsrail'in başbakanı seçildi. Miloševic Yugoslavya'ya teslim oldu ve savaş suçundan yargılandı. New York, Pennsylvania ve Washington'da uçaklar patlatılarak terör saldırıları düzenlendi. İkiz Kuleler'e yapılan terör saldırısında üç bin kişi hayatını kaybetti. Hindistan Parlamentosu'na terör saldırısı düzenlendi. ABD ve müttefikleri Afganistan'a saldırdı ve Kâbil yönetimini Taliban'ın elinden aldı. Soyu tükenmekte olan Gaur sığırı ilk defa klonlandı. İlk yapay kalp nakli yapıldı. Apple, eğlence endüstrisinde devrim yaratan taşınabilir bir müzik çalar olan iPod'u piyasaya sürdü. Microsoft kendi oyun konsolu Xbox'ı çıkardı. Nintendo da Sony'nin Play Station'una karşılık GameCube'ü piyasaya sürdü.

2002: Hu Jintao, Çin Komünist Partisi'nin genel sekreterliğini devraldı. Avrupa'daki çoğu devlet ortak bir para birimi olan avroya geçti. ABD uzay araştırma aracı Mars Odyssey, Mars yüzeyinin fotoğraflarını çekmeye başladı. Araç, Mars'ta dev buz kütleleri keşfetti.

2003: ABD güdümlü koalisyon, Irak'ı işgal ederek Saddam Hüseyin yönetimini devirdi. Saddam, ABD güçleri tarafından yakalandı. Vladimir Putin Rusya Federasyonu başkanlığına yeniden seçildi. Kuş gribiyle bağlantılı olduğu düşünülen SARS, Doğu Asya'ya yayıldı. İnsan Genom Projesi, insan gen diziliminin detaylı bir şekilde çıkarılmasıyla son buldu. Çin uzaya bir taikonaut (Çinli astronot) gönderdi.

2004: Avrupa Birliği, eski Sovyet Bloğu devletlerini de içine alarak genişledi. George Bush ikinci dönem için yeniden ABD başkanı seçildi. Endonezya yakınlarında meydana gelen denizaltı depreminin sebep olduğu tsunami yüzünden Asya'da yüzbinlerce insan hayatını kaybetti. ABD uzay aracı Mars'a indi, Mars'ta bir zamanlar su bulunduğuna dair kanıtlar elde edildi. Güney Koreli biliminsanları insan embriyosunu başarılı bir şekilde klonladıklarını açıkladı. İlk özel sermayeli uzay uçuşu SpaceShipOne başlatıldı. Cassini-Huygens uzay aracı Satürn'e indi, Satürn'ün uydularını ve halkalarını incelemeye başladı.

2005: Papa II. İoannes Paulus hayatını kaybedince yerine 265. Papa olarak XVI. Benedictus geçti. NASA tarafından fırlatılan uzay aracı Deep Impact, Tempel 1 kuyrukluyıldızına çarptı. Huygens, Satürn'ün en büyük uydusu olan Titan'a indi. Sera gazlarının salınımını azaltmayı hedefleyen uluslararası anlaşma Kyoto Protokolü, etkisini göstermeye başladı.

2006: Saddam Hüseyin Bağdat'ta yargılanarak idam edildi. NASA'nın Stardust projesi sonucunda bir kuyrukluyıldızdan inceleme amaçlı toz alındı. Ses hızından yedi kat daha hızlı giden uçak scramjet test edildi. Tibet'ten Lhasa'ya giden ilk demiryolu açıldı.

2007: Gordon Brown, Birleşik Krallık başbakanlık görevini Tony Blair'den aldı. Nicolas Sarkozy Fransa Cumhurbaşkanı seçildi.

Güneş enerjisiyle çalışan iki kişilik araç prototipi Sunetra Sunray 1990'larda Hawaii Adası'nda tasarlandı.

Çin ihracatı

Çin'in "dünya atölyesi" olarak yükselişi 21. yüzyılın en büyük gelişmelerinden biridir. Ucuz işgücü, sağlam altyapı ve işleyen bir lojistik sistem dünyadaki birçok şirketin üretim faaliyetlerini Çin'e taşımasına neden oldu. Çin, dünyanın en büyük oyuncak ihracatçısı olarak 2006'da dünya pazarının %60'ı olan 22 milyar dolar değerinde oyuncağı ülke dışına sattı. Ancak yakın zamanda işgücü uygulamaları, toksik ve zararlı malzemelerin kullanımı gibi konular Çin'in gündemine oturdu.

etti. ABD'deki araştırma üniversiteleri fikirlerin ve yeniliklerin yeşerdiği merkezler olarak varlıklarını sürdürdüler. Ekonomik hacmi birçok ülkeden daha büyük olan uluslararası şirketler, altyapı Ar-ge çalışmalarına büyük yatırımlar yapıyorlardı. Risk sermayesinin ortaya çıkmasıyla küçük işletmeler ya da bireyler yenilikçi fikirlerini hayata geçirme fırsatı buldu. Bu eğilim özellikle biyoteknoloji ve bilişim teknolojilerinde kendini gösterdi.

21. yüzyılın henüz çok az bir kısmını geride bıraktık. Bu kısa sürede çok önemli bir gelişme henüz yaşanmasa da gelecek yıllarda üretilecek yeni teknolojiler için birçok alanda araştırmalar devam ediyor. Çeşitli alanlarda yapılan araştırmalar gelecek yıllarda karşımıza çıkacaklar için ipucu veriyor. Elbette bu araştırmalar içinde bulunduğumuz 21. yüzyılda yapılacak yenilikler üzerinde durmakla beraber tarım, iletişim, bilişim, malzeme, ulaşım, enerji ve tıp alanlarında da yaşanacak önemli gelişmelere odaklanıyor.

Tarım ve Gıda

20. yüzyılın son on yılında çiftçiler arasında GDO'lu ekinlerin kullanımı büyük ölçüde arttı. Tarım verimini artırması ve zararlı bitki ve böceklere olan dayanıklılıklarının yüksek oluşu nedeniyle bu ekinler, tarımın ticari yönü açısından oldukça önemliydi. Genetiği değiştirilmiş ekinlerin bu denli yaygınlaşması aslında teknolojinin tarım tarihine önceden hiç olmadığı kadar nüfuz ettiğinin bir kanıtıdır. 2006'da GDO'lu ekinler yirmi ülkede yüz milyon hektardan fazla alanda ekilip biçiliyordu. GDO'lu ekinlerin en bilinenleri soya fasulyesi, pamuk ve mısırdır. Dünyada yetiştirilen soya fasulyelerinin yarısından fazlasının genetiği değiştirilmiştir.

Ticari değeri olan bitkilerin genetiklerinin tespit edilmesi son yıllarda tarım araştırmalarının odağı oldu. Bu genler diğer bitkilere aktarılarak bu bitkilerin istenilen özelliklere sahip olması sağlanabilirdi. Örneğin 2006'da Avustralyalı araştırmacılar Antarktika'da yetişen bir çim türünde donmaya dayanıklı genler keşfetti. Bu çim türü sahip olduğu bir çeşit proteinin buz kristallerinin oluşumuna engel olması nedeniyle -30 dereceye kadar soğuğa dayabiliyor. Bu gen, arpa ve buğdaya transfer edilirse oldukça faydalı olabilirdi. Benzer bir şekilde pirinçte bulunan bir gen, pirincin suyun altında iki hafta boyunca herhangi bir zarar görmeden kalabilmesini sağlıyor. Bu genin ticari amaçlı yetiştirilen pirinçlerin içine aktarılması pirinç yetiştiren ülkeler için bir lütuf olabilir.

Gen transfer edilerek bitki çeşitleri üretimine devam edilecek. Bu bitkiler zararlı böceklere dayanıklı olduğu için toprak ve suyu kirleten zirai ilaçların

kullanımını düşürebilir. Pirinç gibi bazı tahıl ürünlerine mikro besin maddeleri ve vitamin açısından bitkiyi zenginleştiren genlerin aktarılmasına dair birtakım girişimlerde bulunuldu. Bu girişimlerle bitkilerdeki besin yetersizliği ve bunun yol açtığı hastalık oranı da düşürülebilir.

Gelecek yıllarda yüksek verimli süper-pirinç ve buğday çeşitleri türetilmesi üzerine araştırmalar yapılarak üretim verimliliğinin %15-20 oranında artması bekleniyor. Tarım araştırmaları verimliliği artırmak için biyoteknoloji, geleneksel yetiştirme metodları ve daha iyi çiftçilik uygulamalarına bel bağlamaya devam edecek. Verimin artırılması, artan nüfusu besleyecek kadar tarım alanının bulunmaması nedeniyle ayrı bir önem arz ediyor. Şu an dünya, üzerinde yaşayan insanlara yeteri kadar tarım ürünü sağlayabiliyor ancak artan et tüketimi gelecekte dünya ekolojisinde bir dengesizliğe yol açabilir.

Su kaynakları tarım alanında ciddi bir engel olacak. Dünya yüzeyinin %70'inin su olmasına karşın bu kütlenin yalnızca %2,5'i tatlı su ve bu tatlı suyun da büyük bir kısmı kutup buzullarının altında. Tatlı suyun büyük bir kısmının tarımda kullanıldığı düşünülürse suyun verimli kullanılmasını sağlayan teknolojiler ileride önem kazanacak. Damla sulama tekniği günümüzde dünya çapında kullanılıyor ve bitkilere sadece gerektiğinde su sağlayan diğer teknolojiler de geliştiriliyor.

Bezelye ve fasulye gibi baklagiller, farklı ailelerden bitkilerin atmosferdeki nitrojen dengesini sağlamasına yardım edebileceklerini gösterdi. Bak-

lagiller, rizobiyum bakterileri sayesinde köklerinde nodüller geliştirirler. Bu bakteriler bitkinin kökleri tarafından özümsenen nitrojeni kullanılabilir hale getirir. Bu nedenle baklagiller, alternatif tahıl ürünleriyle birlikte toprağı besin maddeleri açısından zenginleştirir. Biliminsanları bakla bitkisindeki nodül oluşturan genleri mutasyona uğratarak bu nodüllerin bakterisiz ortamda da oluşturulmasını sağladılar. Bu gelişme pirinç ve buğday gibi bitkilerde uygulandığında toprağı zenginleştirerek yapay gübre kullanımını düşürecektir.

Birçok hayvan genomu çözülse de günümüzde yalnızca üç bitki genomunun çözümü tamamlandı. Bunlar *Arabidopsis*, pirinç ve kavak ağacıdır. Araştırmacılar kavak ağacının genomu iyi anlaşıldığında bu hızlı büyüyen ağacın ürettiği selülozun geliştirilebileceğine inanıyorlar. Eğer bu mümkün olursa bu ağaçtan elde edilen selüloz etanole dönüştürülerek yakıt olarak kullanılabilecek.

Genetiği değiştirilmiş gıda (GDO)

Besin maddelerinde yapılan genetik değişiklikler hibrit bitkiler oluşturmaktan ziyade bitkilere birtakım genlerin eklenmesine dayanır. Bu teknoloji geçtiğimiz yıllarda büyük önem kazandı. Nüfusun büyük kısmını besleyen buğday ve pirinç üzerinde genetik değişiklik denemeleri yapılıyor. Bu fotoğrafta bir araştırmacı Filipinler'deki International Rice Research Institute'ta (Uluslararası Pirinç Araştırma Enstitüsü [IRRI]) geliştirilen genetiği değiştirilmiş pirinç bitkisi ya da "Altın Pirinç" üzerinde denetim yapıyor.

Biyoteknoloji serası

Biyoteknolojinin tarıma uygulanmasıyla zararlı bitki ve böceklere dayanıklı birçok tahıl ürünü çeşidi geliştirildi. Pamuk, soya ve mısır GD çeşitliliği bulunan ve bu çeşitleri ticari açıdan oldukça başarılı olan bitkilerdir. Genetiği değiştirilmiş bitkilerin zamanla doğal ve ekolojik olarak güvenli türlerin yerini almasıyla ilgili kaygılar artsa da genetiği değiştirilmiş bitkilerin ekili yüz ölçümü de inanılmaz ölçüde artmıştır. Bu fotoğrafta, bir serada çalışan araştırmacılar genetiği değiştirilmiş bitkiler üzerinde deneyler yapıyor.

Enerji

Fosil yakıtlar, 20. yüzyıldaki ekonomik büyümenin temel etkeniydi. Otomobil ve uçakların ulaşımda kullanımının artması büyük bir petrol tüketimi anlamına geliyordu. Benzer bir şekilde kömür ve gaz yakıtla çalışan enerji santrallarından üretilen elektrik tüketimi de dramatik bir şekilde arttı. Gelişmiş ülkeler, gelişmekte olan ülkelere göre orantısız bir şekilde enerji tüketmesine karşın Çin ve Hindistan gibi ülkelerdeki ekonomik büyümeyle beraber bu ülkelerde kullanılan fosil yakıt oranı da büyük oranda arttı. 21. yüzyılda enerji tüketimi gelişmekte olan ülkelerin daha önce gelişmiş ülkelerin de yaptığı gibi enerji odaklı büyümesiyle birlikte çok büyük oranda artacak.

Düzenli olarak yeni petrol kaynakları bulunsa da dünyadaki petrol rezervi sonsuz miktarda değil. Geçtiğimiz yıllarda verimli petrol kuyularının kurulmasıyla geliştirilen teknolojiler sayesinde görece daha verimsiz kuyulardan çıkarılan petrolden daha fazla miktarda benzin elde etmek mümkün oldu. Katran kumundan petrol elde edilmesini sağlayan teknolojilerin geliştirilmesi önemli ilerlemeler arasında. Bu yenilikler yalnızca petrol kaynaklarının tükenmesini erteler, ancak önleyemezler. Önünde sonunda insanoğlu otomobilleri, evleri ve makinelerini çalıştırabilmek için alternatif enerji kaynaklarına yönelecek. Gelecekte yalnızca sürdürülebilirlik değil çevresel sebeplerden dolayı da yenilenebilir enerji kaynakları kullanılmak zorunda.

İnsan aktiviteleri sonucu salınan sera gazlarının kontrolü sağlanmazsa iklim değişikliğinin kaçınılmaz olacağı anlaşıldı. Kyoto Protokolü dahil olmak üzere bu konuda birtakım uluslararası önlemler alınmaya başlasa da hiçbiri bu gazların salınımını büyük oranda düşürmeye yetmedi. Bu ölümcül salınımın azalması hidrojen gücü ve güneş

ve rüzgâr enerjileri gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından geçiyor.

Güneşten gelen enerjiyi atomik seviyede direkt olarak elektrik enerjisine dönüştürebilmek için güneş pilleri, diğer ismiyle fotoelektrik piller geliştiriliyor. İlk kez Fransız fizikçi Edmond Becquerel tarafından 1839'da geliştirilen bu teknoloji, uzun süre bilimsel bir merak olarak kaldı. 20. yüzyılın ortalarında yarıiletken endüstrisinin gelişmesiyle fotoelektrik pillerin ticarileştirilmesi yönünde ilk adımlar atıldı. 1940'lar ve 1950'lerin başında saf kristal yapıda silikon üretimi için geliştirilen czochralski işlemi ile yarıiletkenler kullanılarak verimli güneş pillerinin geliştirilebileceği keşfedildi. 1954'te Bell Laboratuvarları %6 verimli kristal silikonlu bir fotovoltaik pil geliştirdi.

Güneş pilleri 20. yüzyılın ikinci yarısında çoğunlukla özel uygulamalarda kullanıldı. Uzay araçları ve uydular enerji ihtiyaçlarını güneş pilleri kullanarak giderdiler. Buna ek olarak güneş pilleri elektrik ağı döşemenin mümkün olmadığı ya da çok maliyetli olduğu yerlerde de kullanıldı. Ancak güneş pillerinden elde edilen elektriğin birim fiyatı geleneksel enerji kaynaklarına kıyasla çok daha fazla olduğu için bu teknoloji gündelik kullanımda pek yaygınlaşmadı.

Ancak geçtiğimiz yıllarda yapılan birçok yeni tasarım ve yenilik sayesinde fotoelektrik pillerin maliyeti ciddi oranda düşürüldü ve verimi önemli ölçüde artırıldı. Bu yenilikler içerisinde alışılmışın dışında malzemelerin kullanımı ve ince film güneş pillerinin üretimi de vardı. İnce film güneş pili teknolojisi farklı durumlar için kullanılabiliyordu; örneğin çatı kaplamasında kullanıldığında enerji kaynağı olarak çalışabiliyordu. Dahası, güneş enerjisini yoğunlaştırmak için yapılan araştırmalar sayesinde enerji üretiminde verim artırıldı, böylelikle ucuz maliyetli güneş enerjisi elde edildi.

Güneş enerjisi kulesi

Güneş enerjisinden elektrik üretebilmek için çeşitli girişimlerde bulunulmuştur. Ancak yakın zamana kadar bu amaçla üretilen fotoelektrik pillerin verimi oldukça düşüktü ve bu şekilde elektrik elde etmek oldukça pahalıya mal oluyordu. Geçtiğimiz yıllarda yarıiletken teknolojisinde yaşanan büyük gelişme sayesinde fotoelektrik pillerin verimi çok büyük oranda artırıldı. Seville, İspanya'da bulunan bu güneş kulesi altı bin eve elektrik sağlıyor.

Güneş pilleri dışında, binaları ve suyu ısıtmakta kullanılan güneş enerjili ısıtıcılar da büyük ölçüde geliştirildi, tasarımları yeni malzemelerle güncellenip verimleri artırıldı.

Rüzgâr, henüz tam olarak gelişmemiş başka bir enerji kaynağıdır. Geçtiğimiz yıllarda rüzgâr enerjisinin kullanımı hayli artmış olsa da (bu artış 2000 ve 2006 yılları arasında dört katına çıkmıştır) rüzgâr türbinleri küresel elektriğin yalnızca %1'ini üretebiliyor. Ancak küresel ısınmanın gündeme gelmesiyle birçok ulus alternatif bir yeşil enerji kaynağı olan rüzgâr enerjisine önem vermeye başladı.

Günümüzde birçok rüzgâr türbini, rüzgârın dönmesini sağlayan türbinlere bağlı elektrik jeneratörleri kullanıyor.

Bu yolla elde edilen elektrik enerjisi bir şebeke ağıyla yerel olarak dağıtılabilir. Türbin tasarımındaki güncel gelişmeler sayesinde hafif rüzgârlarla bile elektrik üretilebiliyor. Açık denizlere kurulan rüzgâr çiftlikleri de güncel gelişmelerden biri. Bu sistemde rüzgâr türbinleri kıyıdan birkaç kilometre öteye yerleştirilerek şehir şebekelerini besleyebiliyor. Deniz üstü rüzgâr santrallarının birçok avantajı var. Şehre yakın olmaları nedeniyle iletim yolundan geçen enerjiden büyük ölçüde tasarruf ediyorlar. Daha önemlisi, açık denizlerdeki rüzgâr şiddetinden faydalandıkları için daha verimli elektrik üretebiliyorlar.

Türbin tasarımında yapılan yenilikler sayesinde üretim verimi arttı, maliyeti de büyük oranda azaldı. Şu an kullanılan en büyük rüzgâr türbinleri birkaç megawatt enerji üretim kapasitesine sahip ve bu kapasitenin ilerleyen yıllarda artması bekleniyor. Rüzgâr enerjisinin maliyetinin büyük kısmı türbinlerin kurulmasını içeren yatırım maliyetidir; toplam maliyetiyse kömür ve doğalgazla kıyaslandığında çok düşüktür.

Rüzgâr gücü

Yüzyıllardır mekanik enerji üretiminde kullanılan rüzgâr gücü, geçtiğimiz birkaç on yıl içerisinde elektrik üretiminde de kullanılmaya başladı. Rüzgâr türbini tasarımı birçok değişime uğradı, günümüzdeyse 1 MW elektrik üretebilen türbinler mevcut. Karada ve suda kurulan rüzgâr santralları giderek yaygınlaşıyor. Burada ABD, Oregon'daki Columbia Nehri yakınlarında bir dizi rüzgâr türbini görülüyor.

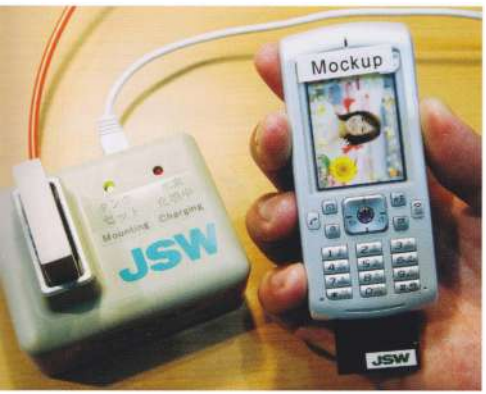
Geleneksel elektrik üretim yöntemleriyle kıyaslandığında rüzgâr enerjisi herhangi bir salınım yapmadan ve çok düşük maliyetlerle elektrik üretmesi açısından büyük bir potansiyele sahip. Mevcut rüzgâr enerjisinin çok ufak bir kısmı dahi elektrik üretmek için kullanıldığında, termik santrallardan salınan sera gazlarının miktarında çok ciddi bir düşüş olacağı biliniyor.

Jeotermal enerji ve gelgit enerjisi, gelecekte önem kazanacağı düşünülen diğer enerji kaynakları. Fransa ve İzlanda dışında şu an pek popüler olmasalar da birçok ülkenin bu iki yenilenebilir enerji kaynağına ilgisi giderek artıyor.

Yakın geçmişte önemli gelişmelerin kaydedildiği, gelecekte de gelişmeye devam edecek bir başka teknoloji de yakıt pilleridir. Yakıt pilleri kimyasal enerjiyi doğrudan elektrik enerjisine dönüştürür. Klasik bataryalara benzeyen bu piller düzenli olarak hava ve yakıt doldurarak daha uzun ömürlü olmalarıyla diğerlerinden ayrılıyor.

19. yüzyılın sonlarından beri varlığını sürdüren yakıt pilleri ilk kez uzay yolculuğunun gündeme gelmesiyle gerçek anlamda kullanılmaya başladı. Uzay araçları ve uydular güneş enerjisi dışında farklı bir enerji kaynağına daha ihtiyaç duyuyorlardı. Bu nedenle 1960'larda uzay araçlarına enerji üretebilmesi için daha ufak, daha verimli ve daha uzun ömürlü yakıt pilleri geliştirildi. Yakın zamanda fosil yakıtların sebep olduğu salınımı kontrol altına almak için gündelik seferler yapan araçlarda yakıt pilleri kullanılmaya başladı.

Farklı türleri bulunan yakıt pillerinin son zamanlarda en çok kullanılan



çeşidi hidrojen yakıt pilidir. Bu piller oksijen ve hidrojeni farklı katalizörlerle birlikte kullanırlar. Son yıllarda yapılan yoğun çalışmalar neticesinde daha ucuz maliyetli ve daha verimli katalizörler geliştirildi. Yakıt pillerinin en maliyetli parçasının katalizörler olduğu düşünülürse bu gelişmeler sayesinde katalizörlerin maliyeti düşürüldüğünde yakıt pillerinin uygulanabilir bir teknoloji haline gelmesi mümkün. Örneğin 2002'de 1 kw enerji üretebilen bir katalizörün maliyeti yaklaşık 1.000 dolar iken bu maliyet son yıllarda hızla düşmüştür.

Geçtiğimiz yıllarda hidrojen gücüyle çalışan araçlara olan ilgi büyük ölçüde arttı. Bu araçlar çevreyi kirleten hiçbir madde salmama potansiyeline sahip; ortaya çıkabilecek tek atık maddesinin su olması bekleniyor. Ancak hidrojenle çalışan yakıt pillerinin maliyeti ve büyük miktarlarda hidrojen depolama ve üretmek gibi bazı konuların çözülmesiyle bu araçlar gündelik hayata girebilir. Hidrojen dünyada saf halde bulunmadığı için doğalgaz ve metan gibi hidrokarbonlardan elde edilmesi gerekiyor. Diğer yöntemler ise hidrojenin, suyun elektrolizinden ya da hidrojen bileşiklerinden kimyasal yollarla ayrıştırılmasından elde edilmesidir. Metanın hidrojene dönüştürülebilmesi ya da elektroliz işlemleri için enerji gerekiyor, bu işlemler esnasında bazı maddeler salınıyor ve nihayetinde az bir miktar hidrojen elde edilebiliyor. Katalizörler kullanılarak hidrojen kimyasal yollarla elde edilirken dışarıdan enerji verilmesine gerek olmadığı için daha avantajlıdır.

Geçtiğimiz yıllarda hidrojen araçları yapımında; daha güvenli yakıt depolarının geliştirilmesi, sudan hidrojen elde etmenin maliyetinin düşürülmesi ve şekerli su karışımından hidrojen elde etme gibi önemli ilerlemeler kaydedildi. Günümüzde hidrojen yakıt pilleriyle çalışan prototip araçlar mevcut ancak güvenilir ve yaygın bir hidrojen ekonomisi olmadıkça bu araçların ticarileştirilmesi pek mümkün görünmüyor. Bazı otomobil şirketleri hidrojen piliyle çalışan tekne ve motosikletlerin yanına otomobilleri de ekleyerek yakın gelecekte piyasaya sürmeyi planlıyor. Boeing ise yakıt pilleri ve bataryalarla çalışan hava araçları geliştirmek için deneyler yapıyor.

Hidrojenin üretimi, depolanması ve taşımacılığıyla ilgili problemler aşıldığında ve bir hidrojen ağı kurulduğunda, yüzyılı aşkın süredir kullanımda olan içten yanmalı motora ilk defa sağlam bir rakip çıkacağı kesin. Ucuz yakıt pilleri yalnızca şebeke kurulamayan yerlere enerji kaynağı olmakla kalmayacak, üretim maliyeti düşürüldüğünde şebekelere de enerji sağlayabilecek. Sera gazlarının sebep olduğu küresel ısınmayla alternatif enerji kaynaklarına artan ilgi sayesinde birçok hükümet yakıt pillerinin enerji üretimi ve ulaşım alanlarında kullanılmasını teşvik ediyor.

Yakıt pilleri

Önceleri yalnızca uzay araçlarında kullanılan yakıt pillerinin uygulama alanı günümüzde hayli genişledi; en çok ulaşım alanında kullanılmaya başladı. Hidrojen ve yakıt pilleri teknolojileri çevreci oluşlarıyla (hiçbir hareket eden parçası yoktur ve yakıt yakmaz) günbegün popülerleşiyor. Daha da yaygınlaşabilmeleri için halen çözülmesi gereken bazı tasarım ve maliyet problemleri var. Fotoğrafta beş yüzden fazla katılımcı şirketin bulunduğu 2007 International Hydrogen and Fuel Cell Expo in Tokyo'da [Tokyo Uluslararası Hidrojen ve Yakıt Pili Fuarı] sergilenen bir mikro hibrit hidrojen deposu cihazı prototipi görülüyor.

Ulaşımda alternatif teknolojiler

Düzenleyici kuruluşların ve tüketicilerin baskıları nedeniyle otomobil firmaları ulaşımın yüzyıldır belkemiği olan içten yanmalı motora alternatif teknolojiler geliştirebilmek için büyük yatırımlar yapıyor. Yakıt pili teknolojisi o kadar gelişti ki yakıt pilleriyle çalışan araçlar piyasada birkaç sene içerisinde benzinli araçlara rakip olabilir. Burada General Motors (GM) Avrupa Yöneticisi Peter Forster, 2007'deki Uluslararası Cenevre Otomobil Fuarı'nda GM'un konsept araçlarından biriyle poz veriyor.

Uzun vadede, nükleer enerji dünyanın enerji ihtiyacını sürdürülebilir bir biçimde karşılamaya yetecek gibi görünüyor. Şu an yalnızca nükleer füzyon ile elde edilebilen nükleer enerji, halihazırda uzun ömürlü atık maddelerin güvenli bir biçimde kullanımı ve kazadan korunma yöntemleri gibi birçok teknolojik ilerlemeye şahit oluyor. ABD'deki Three Mile Adası ve Sovyetler'deki Çernobil talihsizlikleri ile dünya nükleer enerjinin tehlikeli etkilerini hatırladı. Tüm bu yaşananlar reaktör teknolojisinde ilerlemelere ve yeni çözümlerin getirilmesine sebep olmadığı takdirde mevcut nükleer enerji hiçbir zaman halk tarafından kabul görmeyecek ve yaygınlaşamayacak.

Füzyon enerjisi biliminsanlarının uzun süredir üzerinde çalıştığı bir konu. Nükleer füzyon, fisyonun aksine tepkime esnasında hiçbir radyoaktif atık madde üretmediği için oldukça temiz bir enerji üretim yöntemidir. Son elli yıldır biliminsanlarının yoğun çalışmalarına rağmen henüz uygun maliyetli füzyon enerjisi üretimi sağlanamadı. Füzyonun beraberinde getirdiği teknolojik problemler oldukça zorlu olduğundan yakın zamanda bu konuyla ilgili çok önemli bir gelişme yaşanması beklenmiyor.

Ulaşım ve İletişim

20. yüzyıl hava, kara ve deniz ulaşımlarında devrimlerin yaşandığı bir dönemdi. Kara ulaşımı içten yanmalı motorun kullanıma girmesiyle yüzyılın bitimine kadar birçok değişiklikten geçti. Buharlı lokomotiflerin yerini tamamen elektrik gücü ve dizel motorlarla çalışan trenlerin aldığı demiryollarının tasarımında, hızı artırmak ve konfor ve güvenlik seviyesini yükseltmek için birçok yenilik yapıldı.

Hava taşımacılığı 20. yüzyılın başlarında Wright Kardeşler'in havadan ağır ilk taşıtı uçurmalarıyla başlayan müthiş bir gelişim sürecine girdi. Son yüzyılda daha büyük ve hızlı uçaklar

Almanya'da bir manyetik raylı tren

Trenlerin ray üzerinde manyetik kuvvetle hareket ettirilmesi zamanında yeterli teknolojik altyapı olmadığı için hayata geçirilemeyen eski bir fikir. 1990'larda devasa manyetik alanlar oluşturma ve sürdürme adına önemli gelişmeler yaşanmasıyla manyetik hava destekli trenlerin geliştirilmesi mümkün oldu.

geliştirildi. Jet tahrikli motorların icat edilmesini takip eden birçok yenilikle hava taşımacılığı muazzam bir büyüme geçirdi ve günümüzde uzun mesafelerde deniz ve tren taşımacılığının yerini aldı. Sivil süpersonik uçaklar, askeri hava taşıtları ve büyük miktarlarda yük taşıyan kargo uçakları gerçek oldu.

Gemi, denizaltı ve diğer deniz ulaşım araçlarının tasarımında ve teknolojisinde önemli ilerlemeler kaydedildi. Buhar gücü denizaltı ve gemilerde yerini elektrik gücü ve dizel motorlara bıraktı, hatta bazı askeri ulaşım araçlarında nükleer enerji kullanılmaya başladı. Gemiler elektronik ve tasarımda yapılan yenilikler sayesinde büyüdü, hızlandı ve güvenli hale geldi. Doğrusu, 1970'lerde elektronik aletler ve bilgisayarın geliştirilmesi ulaşımı her yönüyle derinden etkiledi. Uydu seyir sistemi gibi ileri iletişim ve navigasyon teknikleri, deniz ulaşımını daha güvenilir kıldı. Karbon fiber ve kompozitler gibi hafif malzemelerin kullanılması hava taşıtlarında, binek araçlarda ve gemilerde daha büyük ve iyi tasarımların üretilebilmesini sağladı.

20. yüzyılın en önemli gelişmelerinden biri olan uzayın keşfinde, Sputnik'ten sonra birçok yenilik yaşandı. Yüzyılın sonuna gelindiğinde gezegenler arası araştırma için insansız uzay araçları yaygınlaştı ve daha iyi fotoğraflama ekipmanlarıyla donatılarak daha uzak gezegenlere ya da uzay cisimlerine gönderilmeye başladı. Uluslararası Uzay İstasyonu'na düzenli uzay uçuşları yapılarak ekipman açısından zenginleştirildi; uzak yolculuklar ve keşifler için bir platform olabilmesi açısından geliştirildi.

21. yüzyılda belli ki ulaşım teknolojilerinde daha ilerici fikirler hayata geçirilecek. Otomobil teknolojisinde içten yanmalı motorlu ve elektrik tahrikli hibrit araçlar günbegün yaygınlaşıyor. Bunların yaygınlaşması, yakıt pili teknolojisinin verimli ve uygun maliyetli bir şekilde gerçekleştirilebilmesine bağlı. Motor parçaları büyük ölçüde otomatikleşen otomobiller, mik-

Özel uzay aracı, SpaceShipOne

1996'da dış uzay sınırı olan 100 km irtifaya ulaşabilecek ilk özel sermayeli uzay aracının üretilmesi için X-Prize yarışması açıldı. 2004'te Scaled Composites tarafından geliştirilen SpaceShipOne, 10 milyon dolarlık ödülün sahibi oldu. Burada pilot Michael Melvill SpaceShipOne'ın üzerinde Mojave Çölü'nde yapılan ilk testin başarıyla sonuçlanmasını kutlarken fotoğraflanmış.

roişlemci ve elektronik teknolojileriyle geliştirilerek iyileştirilip daha güvenli hale gelecek. İçten yanmalı motorun yerini alacak yeni bir teknoloji henüz ufukta görünmese de hibrit ve tamamen elektrikli araçlar yeterli ekonomik teşvik sağlandığında kesinlikle yaygınlaşacaktır.

Demiryollarında yüksek hızlı ve manyetik hava destekli trenler giderek yaygınlaşacak. Bu trenler raylara değmeden gittikleri için oldukça yüksek hızlarda yol alabiliyorlar. Bu teknoloji lokomotif ve ray arasında oldukça güçlü bir manyetik alan oluşturularak elde ediliyor. Yüksek sıcaklık üstün-iletkenlerin geliştirilip ray ve tel gibi toplu yapılarda kullanılmasıyla manyetik hava desteği teknolojisi daha uygulanabilir ve yaygın bir hale gelecek.

Havacılıkta da birçok yenilik yaşanacak. Ses kirliliği ve sera gazı salınımı gibi çevre problemleri henüz çözülememiş olsa da süpersonik ulaşım halihazırda kullanılan bir teknoloji. Ses hızından beş kat daha hızlı olan hipersonik ulaşım ise başka bir ihtimal. Bu konuda umut vaat eden en önemli gelişme scramjet teknolojisi. Scramjetler jet tahriki teknolojisini temel alıp süpersonik hava akımını kullanarak yüksek itiş gücü elde ediyorlar. Çalışmak için çok az bir hıza ihtiyaç duyan scramjetler süpersonik hıza erişebilmek için ek bir teknoloji kullanıyorlar. Çeşitli scramjet projeleri yürütüldü ve başarılı oldu ancak karmaşık teknolojisi ve yüksek maliyeti bu teknolojinin kullanımını tartışmalı hale getiriyor.

Uzay

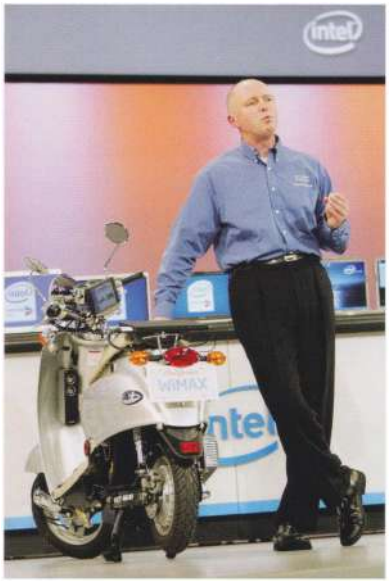
Uzay keşfi ve yolculuğu günümüz teknolojisiyle birlikte büyük bir değişime uğramak zorunda. NASA, ESA ve RSA

gibi ulusal uzay kuruluşlarıyla beraber özel şirketler de artık tüm dikkatlerini Uluslararası Uzay İstasyonu ile güneş sistemi ve içindekiler hakkında bilgimizi genişletmek için gezegenler arası araştırma araçları yollamaya verdiler.

Halihazırda bir uzay oteli açma ya da mevcut uzay istasyonunu otel olarak kullanma fikri var. Uzay turistlerine hizmet etmek üzere çeşitli şişirilebilir uzay habitatları deneyleri yapılıyor. Bazı kişiler kendi imkânlarıyla uzaya çıktı ve bu eğilim artacağa benziyor. 2004'te SpaceShipOne, özel şirketlere verilen ve 100 km irtifaya çıkabilecek bir uzay aracı tasarlayıp inşa edilmesini içeren 10 milyon dolarlık X-prize ödülünün sahibi oldu. Amerika şirketlere, uzay istasyonlarına yük ve insan taşıyabilecek ve yeniden kullanılabilir bir uzay aracı yapılması için 50 milyon dolar ödüllü bir uzay yarışması açtığını duyurdu. Bazı şirketler yaklaşık 100 km irtifaya çıkıp insanlara uzay yolculuğu deneyimi yaşatacak yörüngealtı uzay uçuşları düzenlemeyi planlıyor.

İletişim

İletişim alanına bakıldığında, 21. yüzyılda mobil telefonların kullanımının bu denli artması olağanüstü bir olay. Şu anda sabit telefonların iki katı kadar mobil telefon kullanılıyor ve bu fark giderek artacağa benziyor çünkü mobil telefon sektörünün muazzam bir büyüme potansiyeli var. Mobil telefonlarda kullanılan 3G gibi mevcut teknolojiler yaygınlaşacak ve bu teknolojiler veri transfer hızını artırarak mobil interneti, video indirmeyi ve farklı uygulamaların kullanımını mümkün kılacak. İnternet kullanarak ses aramaları yapmayı sağlayan IP tabanlı ses iletişi sistemi, geleneksel telefon iletişimi metodlarına göre çok daha ucuz maliyetli olduğundan, önü açık başka bir alan. Daha iyi sıkıştırma teknolojileri, çok daha büyük ses ve video dosyalarının gönderilebilmesini sağlayacak.



WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access), uzak mesafeler arası kablosuz veri gönderimi sağlamasıyla yakın gelecekte iletişimde devrim yaratması beklenen bir teknoloji. WiMAX teknolojisi, mevcut WİFİ teknolojisine göre çok daha kapsamlı oluşu nedeniyle bütün şehirlere uygulanabilme potansiyeline sahip. Ses, veri ve videonun bir noktada birleşmesi uzak coğrafyalar için adeta bir nimet olacak.

Kablosuz veri işleme

Kablosuz teknolojilerin gelişmesi sayesinde bilgisayarların internete bağlanmasında önemli bir adım atıldı. WiFi'ya artık binalarda ve kampuslerde ulaşılabiliyor. WiFi'dan sonraki jenerasyon şehirleri birbirine bağlayacak WiMAX teknolojisi olacak. Fotoğrafta Intel'den Sean Maloney WiMAX altyapısına sahip bir mini tableti 2006'daki Intel Developer Forum'da tanıtırken görülüyor.

Tuhaf Aletler

Araç gereçler (normalde mevcut teknolojinin akıllıca uygulanmasıyla yaratılan pratik işleve sahip aletler) antik dönemlerde bu isimle anılmasalar da insanlık tarihinde her zaman oldukça önemli bir rol oynamışlardır. Taş Devri avcıları hayvanları öldürebilmek için basit el aletleri geliştirmişlerdi, bu aletler de bir çeşit araç gereçti aslında. Saban, tekerlek, çanak çömlek, abaküs, kaldıraç, üzüm cenderesi ve neredeyse tüm icatlar kendi zamanlarının araç gereçleri olarak kabul edilebilir.

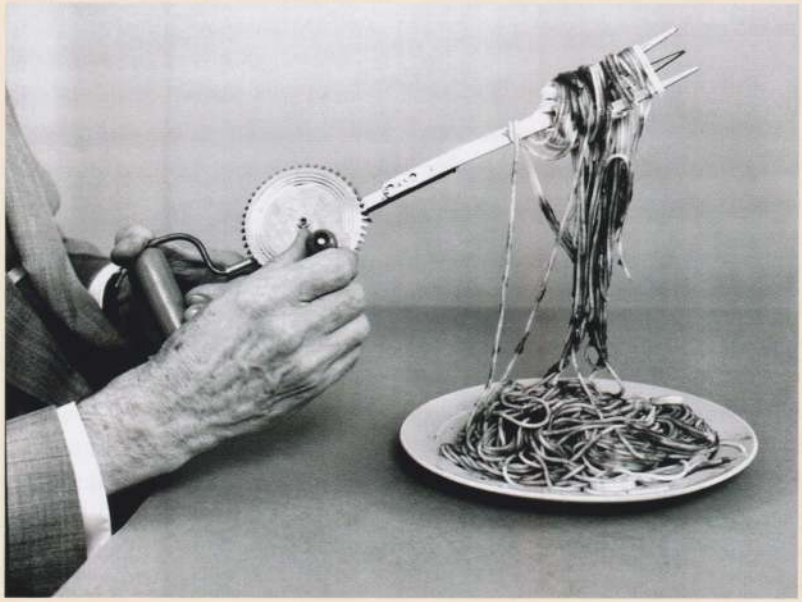
Bazı araç gereçler insanlara oldukça faydalı olurken, bazıları genel anlamda işe yarar olsalar da kesinlikle sıra dışıdır ve teknolojiyi yaratıcı bir şekilde kullanmaları açısından tuhaf olarak nitelendirilebilirler. Tarih boyunca birçok tuhaf araç gereç geliştirildi ancak bunlara dair yeterli yazılı ve görsel kayıt yok. İnsanoğlunun üretken yaratıcılığı göz önünde bulundurulduğunda bu türden tuhaf araç gereçlerin üretilmemesi imkânsız.

İslam'ın altın çağında yaşayan meşhur Müslüman mühendislik dehası Cezeri, soyluları eğlendirmek için yaptığı otomat gibi pek çok mekanik alet geliştirdi. Bu otomat, bir gemi üzerinde otomatik olarak enstrüman çalan müzisyenlerden oluşuyordu. Elbette bu müzik aletleri bilgisayarla değil;

çarklar, dişliler ve makaralarla mekanik bir biçimde programlanmıştı. Cezeri'nin birçok aleti daha sonra tekrar keşfedildi, insanlık adına hayli faydalı oldu. Örneğin Cezeri mekanik aletlerinden birinde akım regülatörü kullanmıştı. Birkaç yüzyıl sonra bu akım regülatörü buhar makinelerinin

Rhino

Hem denizde hem karada kullanılabilen rhino dik bir yokuştan çıkıyor.



Spagetti yardımcısı

Amerikalı amatör mucit Russel E. Oakes tarafından tasarlanan spagetti çatalı spagettiyi sararak yemeyi kolaylaştırıyor.

önemli bir parçası olarak kullanılmaya başlandı ancak bu tasarımda Cezeri'nin emeği yok sayıldı.

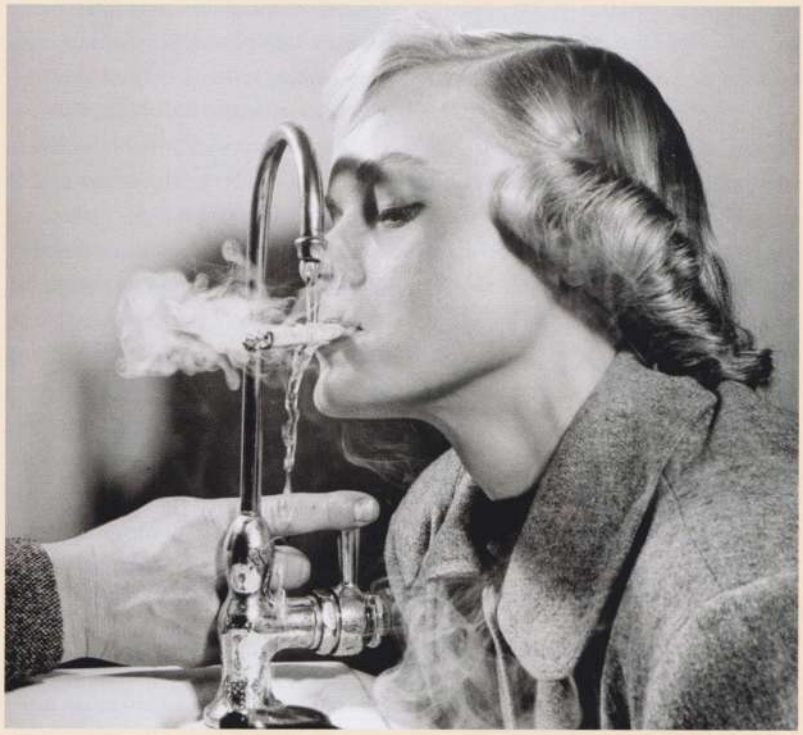
Çinliler de görünüşte kullanışsız pek çok tuhaf alet geliştirdiler. MS 3. yüzyılda parlak bir makine mühendisi olan Ma Yun, hükümdar için hidrolik güçle çalışan mekanik bir kukla tiyatrosu yapmıştı. Bu kukla tiyatrosu, suyun akışıyla dönen el oyması ahşap bir çark ile çalışıyordu. Çark döndükçe kuklalar hareket ediyor, müzik aletleri çalıyor, hatta küfür ediyorlardı! Başka bir mucit olan Qu Zhi, otomatik kapanan kapıları ve hareket eden figürleri olan bir "pazar yeri" yapmıştı.

Avrupa'da ortaçağda, Rönesans'ta, Sanayi Devrimi'nde ve sonrasında pek çok dâhi mucit tuhaf araç gereçler geliştirdiler. Örneğin 1924'te dudağa ameliyatsız yay şeklini veren bir dudak mandalı üretildi. 1980'de Amerika'da sürücülerin yemek yerken üzerlerini pisletmelerini engelleyen bir araba önlüğünün patenti alındı. Araç gereçlere olan hayranlığın uzun bir geçmişi vardır; seri imalatın ortaya çıkışına kadar bu ve benzeri aletler zenginleri eğlendiren oyuncaklardı.

20. yüzyılla birlikte seri üretimin yaygınlaşması ürün piyasasındaki demokratikleşmeyi de beraberinde getirdi. Daha yakın zamanlarda ise elektronik aletler ve bilgisayarların geliştirilmesinden sonra bu tuhaf araç gereçler mekanik dişliler yerine elektronik mikroişlemciler kullanılarak üretilmeye başladı. Günümüzde halen patenti alınacak kadar yaratıcı araç gereçler geliştirilse de bu aletlerin kullanımıyla ilgili kuşkular var. Örneğin 2000 yılında ABD'de "Cry No-More" (Artık Ağlamak Yok) isimli bir aletin patenti alındı. Bu alet kayışları bulunan bir emzikti ve kayışlar bebeğin kulağına takılarak emziğini ağzından atmamasını sağlıyor, ağlamasını engelliyordu. 2004'te yine ABD'de yaşlıları, dişlileri ve motoruyla hayli kompleks yapısı bulunan bir ampul değiştiricinin patenti alındı. Dana öncesinde, 1976'da tek tekerlekli bisiklet, yaylı baston ve ayakkabıyı birleştiren, tehlikeli olmasına karşın ilgi çekici Pogo ayakkabısının patenti alınmıştı.

Dondurmayı tüketici için döndüren bir motorlu dondurma külahı, kullanıcısına ne zaman yemeye başlayıp ne zaman durması gerektiğini söyleyen alarmlı bir çatal, köpekleri tamamen çevreleyen ve önünde hava delikleri bulunan bir köpek şemsiyesi ve öpüşme esnasında enfeksiyon bulaşmasını önleyen ince lateks bir zardan oluşan öpüşme kalkanı, uçuk kaçık araç gereçlere verilebilecek diğer örneklerdendir.

Bu tür tuhaf aletler müşteri memnuniyeti ve eğlencesinden daha fazlasıydı elbette, bazıları gerçekten de işe yarıyor-



Su geçirmeyen sigara

Su geçirmeyen sigarasını musluktan akan suyun altında içen bir kadın.

du. İçindeki yastıkları, elektromekanik parçalar sayesinde hareket eden bir kask, uykusuzluk çeken kişiler için tasarlandı ve 1992'de patenti alındı. Kaskın içindeki yastıklar hareket ettiğinde giyen kişiye masaj yapıyor, böylelikle uykusuzluğa sebep olan stres seviyesi düşürülüyordu. Benzer bir şekilde 1980'de patenti alınan bebek bezi alarmı, bebek bezi kirlendiğinde sesli ya da görsel bir uyarı veriyordu. Parmak ucu diş fırçası, parmağa geçirilen plastik bir başlık sayesinde parmakla diş fırçalanmasını sağlıyordu ve 1999'da ABD'de patenti alındı. Bunlar gibi birçok icat, prototip olmanın ötesinde üretilseydi ve reklamları yapılsaydı büyük ticari başarılara imza atabilirlerdi.

Aslında seri üretilen ve satılan bazı tuhaf araç gereçler de vardır. 11 Eylül 2001'in ardından başlayan biyokimyasal saldırılara karşı duyulan korku nedeniyle, biyokimyasal silahlara, mermilere, patlayıcılara, kaçırılmaya ve benzeri diğer talihsiz olaylara karşı korunaklı bir yatak tasarımı ABD'de 160.000 dolara satıldı. Ayrıca içinde bir burun kesesi bulunan ve burun akıntısını tutmaya yarayan mendiller de satılıyordu.

Daha sonra belli bir grup insanın ihtiyaçlarına hitap eden tuhaf icatlar piyasaya sürülmeye başladı. İçine Mekke'nin yerini gösteren bir alet yerleştirilmiş İslami araba ya da Sebt günlerinde kullanımı hayli pahalıya gelen ve pornografik numaralardan gelen aramaları otomatik olarak engelleyen Kosher cep telefonlar bu kategoriye dahil edilebilir.

Tuhaf icatların listesi uzayıp giderken patenti alınan bir icat muhtemelen tarihin en acayip aleti olabilmesi potansiyeliyle ötekilerden ayrılıyor. 1975'te ABD Patent Ofisi bir saç tarama yöntemine patent verdi. Öyle ki bu tarama yöntemiyle başın tepesindeki kellik kapatılabiliyordu! Saçın katmanlara ayrılarak birer birer spreylenmesini içeren bu yöntem kelleşen erkekler arasında hayli popülerleşti.

Tuhaf icatların modası hiçbir zaman geçmeyecek gibi görünüyor. Toplumun birey üzerinde herkesin gittiği yoldan gitmesi için yaptığı müthiş baskıya rağmen yine de yaratıcı fikirleri ve yenilikleri çılgınca, tuhaf ve inanılmaz olarak nitelendirilecek mucit ruhlu insanlar her daim olacaktır.

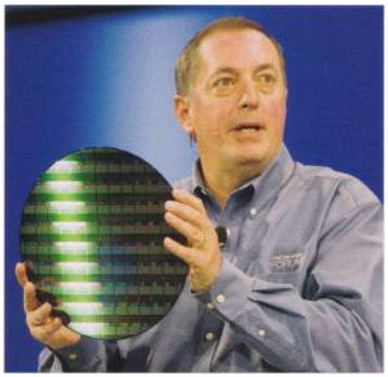
İnternet

İnternet geçtiğimiz yıllarda olduğu gibi hızla gelişmeye devam edecek. İnternetin fiziksel altyapısındaki zorlanma bugün bir problem ve yakın gelecekte büyük bir darboğaza sebep olacak. Bunun sebebi gelecekte internete erişecek cihaz sayısının artacak olması. Bugün bazı ülkelerde cep telefonları internet erişimi konusunda bilgisayarlarla yarışıyor. Cep telefonları gelişmeye ve başta video transferi olmak üzere daha hızlı veri aktarımı sağlamaya devam ettiklerinde internet kaynakları üzerindeki baskı bir kırılma noktasına ulaşacak. Tahminlere göre ağ erişimli cihazlar (arabalar ve tüketici ürünlerine gömülü ufak çipler de dahil olmak üzere) yaygınlaştığında internetin bugünkü fiziksel altyapısı bu yükü kaldıramayacak.

İnternetin mantıksal altyapısına bakıldığında, eski isimlendirme protokolünün yerini çok daha fazla cihaza internet erişimi sağlayan yeni bir protokol aldı. Ancak fiziksel altyapıyı değiştirmek çok daha zor. Yenilikçi bir teknoloji geliştirilmediği takdirde mevcut altyapı kullanıcıların ihtiyaçlarını karşılamada hayli geri kalacaktır.

Bilgisayarlar

Bilgisayar teknolojisi daha iyi ve güçlü işlemcilerin geliştirilmesiyle ilerlemeye devam edecek. Üretim teknolojisi artık o kadar incelikli bir hal aldı ki işlemcilerin üzerine birçok aygıt yerleştirmek mümkün. Çiplerin üzerindeki aygıtların incelikli bir yapıya sahip olmasıyla maliyetinin düşmesi bu ilerlemenin her 18 ayda bir gerçekleştiğini söyleyen Moore Yasası'yla örtüşüyor. Ancak herhangi bir radikal teknoloji



geliştirilmezse bu aygıtların küçülmesi fiziksel açıdan mümkün olmayacak. Günümüzde bu tür yoğunluklu aygıtların yarattığı sıcaklık başka bir teknolojik zorluk.

Çift çekirdekli işlemcilerin ortaya çıkışını son yıllarda dört çekirdekli işlemciler takip etti ve böylelikle bilgisayarların işlemci gücü ciddi derecede arttı. Yakın zamanda ortaya çıkan hızlı bellek teknolojilerinin yerini daha hızlıları alacak. Önemli ilerlemeler kaydedilen başka bir alan ise veri depolama. Yeni teknolojilerle birlikte manyetik sabit disk sürücülerine geçmişe kıyasla çok daha fazla veri saklanabiliyor. Depolama, yüksek yoğunluklu DVD'ler gibi optik araçlar sayesinde mümkün oldu ve bu alandaki teknolojilerin gelecekte gelişmeye devam etmesi bekleniyor.

Bilgisayarcılık alanında oldukça umut vaat eden bir alan da kuantum bilgisayarları. Kuantum bilgisayarlarının konsepti biraz eski olsa da ancak 1990'lara gelindiğinde bu fikrin kısıtlı bir alanda da olsa pratik karşılığı bulundu. Kuantum bilgisayarları bilgisayarcılığın en zor problemlerini çözme potansiyeline sahip olmakla birlikte lojistik, biyoloji ve telekomünikasyon gibi çeşitli alanlarda birçok uygulaması mevcut. Verilerin bitler halinde depolandığı geleneksel bilgisayarların aksine kuantum bilgisayarları verileri qubitler (kuantum bitleri) halinde depolayarak süperpozisyon ve birbirine girme gibi kuantum mekaniği olayları sayesinde veri üzerinde işlem yapabilir. Geçtiğimiz yıllarda yarıiletkenler gibi çeşitli teknolojilerle yapılan deneyler, kuantum bilgisayarlarının hayata geçebileceğini gösterdi.

Tıp

21. yüzyılda yaşanan gelişmeler kesinlikle önceki yüzyıllarda sağlık ve tıp alanlarındaki ilerlemeleri gölgede bıraktı. 20. yüzyılda bilim ve tıp uygulamalarındaki devrimsel gelişmeler milyarlarca insanın ortalama yaşam süresini uzatmış, ölüm oranını düşürmüştü. Bu uygulamalar içinde etkili ilaçlar, bulaşıcı hastalıklara karşı aşılar, etkin teşhis yöntemleri ve daha iyi halk sağlığı uygulamaları vardı. Bir önceki yüzyılın sonunda, gelecek yüzyılda tıp alanında niteliksel bir değişim yaşanacağı açıkça görülüyordu.

20. yüzyıl biterken birçok ülke kök hücre üzerine çeşitli araştırmalar yürütüyordu. Kök hücreler, vücudun ihtiyaç duyduğu farklı hücreleri üretebilme yeteneğine sahip herhangi bir ayırt edici özelliği bulunmayan hücrelerdir. İnsan vücudunda hücre yenilenmesini sağlayan kök hücreler, kendini onaramayan organ ya da dokulardaki ırsi, gelişimsel ya da dejeneratif hastalıkların tedavisinde etkili olma potansiyeline sahiptir. Kök hücreler önce istenilen hücrelere dönüştürülüyor, sonrasında ise hastaya nakledilerek zarar gören dokunun ye-

Dört çekirdekli işlemciler

Geçtiğimiz senelerde mikroişlemcilerin işlemci gücü çok büyük oranda arttı. Artık aynı çip üzerinde birden çok çekirdek yerleştirmek mümkün olduğundan işlemcilerin kapasitesi ve hızında ciddi bir yükselme sağlandı. İşlemci gücünün artırılmasının ardından odak; bu gücü verimli bir şekilde kullanan yeni teknolojiler geliştirmeye, özellikle sunucu grubuna kaydı. Fotoğrafta Intel'in CEO'su Paul Otellini kişisel bilgisayarlar için üretilen ilk dört çekirdekli işlemci Intel Core 2 Extreme'i tanıtıyor.

Kök hücre araştırması

Kök hücre araştırması tartışma yaratan bir konu haline geldi; politikacılar, ahlak bilimciler ve dini liderler tarafından sert bir şekilde eleştirildi. İnsan doğasının temeliyle oynanması kamuoyunun da tepkisini çekince başta ABD olmak üzere birçok ülkede kök hücre araştırmalarına çok sıkı bir düzenleme getirildi.

rine geçiyor.

İki çeşit kök hücre vardır: gelişim sürecinin erken fazlarındaki embriyolardan alınan embriyonik kök hücreler ve yetişkin bir organizmanın dokularından elde edilen yetişkin kök hücreler. Embriyonik kök hücreler hücre terapisine iki sebepten dolayı uygundur. Birincisi, erken blastosistten türedikleri için insan vücudunu oluşturan iki yüz çeşit hücreden herhangi biri olarak gelişebilecek esnekliğe sahiptirler. İkincisi, süresiz olarak çoğalabilme yetenekleri vardır. 1998'de, James Thomson ve ekibi ABD'deki Wisconsin-Madison Üniversitesi'nde insan embriyonik kök hücre dizilerini izole edip ortaya çıkardılar.

Ancak 2002'ye gelindiğinde başta ABD olmak üzere pek çok ülkede kök hücre araştırmaları tartışmalı hale geldi. Bu tartışmanın içinde araştırmacılar, teologlar, politikacılar ve halk vardı. Bunun temel sebebi kök hücre dizilimi başlatmak için insan embriyolarının tahrip edilmesi ve terapötik (tedavi amaçlı) klonlama yapılmasıydı. Bu yöntemler bazı grupların etik ve dini esasları açısından kabul edilemezdi. ABD tüm embriyonik kök hücre araştırmaları için federal fonları durdururken bazı ülkeler bu araştırmalara belli kısıtlamalar getirdi.

Öte yandan yetişkin kök hücrelerin tıp alanında oldukça büyük bir potansiyeli var. Yetişkin kök hücrelerin elde edilmesi ve üzerine çalışılabilmesi için güvenilir tekniklerin geliştirilmesi araştırmacılara büyük fayda sağladı. İnce bağırsak, deri ve kemik iliği gibi insan vücudunun farklı dokularından alınan yetişkin kök hücreler çeşitli laboratuvarlarda incelenip geliştiriliyor. Hastanın dokusundan alınan konak kökenli yetişkin kök hücreler, zarar görmüş organların yenilenmesinde kullanılabilir. Örneğin, spinal kord yaralanmasında hastanın farklı dokularından

elde edilen kök hücreler laboratuvar ortamında geliştirildikten sonra zarar gören kısma nakledilerek burada zarar gören hücre çeşitlerine dönüşerek onların yerini alabilirler. Benzer bir şekilde diyabet, kistik fibroz ve benzeri rahatsızlıklar uygun kök hücre nakliyle tedavi edilebilir.

21. yüzyıl tıbbında önem kazanacak bir diğer alan da gen terapisidir. Gen terapisi, hastalıkları tedavi etmek için bir kişinin genlerinin hücre ve dokulara dahil edilmesidir. Gen tedavisi teknikleri henüz pek ileri düzeyde olmasa da son birkaç yılda önemli ilerlemeler kaydedildi. Araştırmacılar halihazırda beyne gen nakli (yabancı cisimlerin beyne girmesini engelleyen kan-beyin bariyeri de böylelikle aşılmış oldu) yapabiliyorlar, katil T-hücreleri kullanarak bazı tümör formları ve kalıtsal retina hastalıklarını tedavi edebiliyorlar. Ayrıca genlerin konağın bağışıklık sistemi tarafından reddedilmeden yerleştirilmesine imkân sağlayacak teknikler de geliştirildi. İnsan genomunun karmaşık yapısının çözümlenmesinde süregelen çalışma, tıptaki yaygın kullanımıyla devrim yapmayı vaat eden etkin ve güvenli gen tedavisinin geliştirilmesinde çok yararlı olacaktır.

Çoğu bulaşıcı hastalık aşılarla kontrol altına alınmış olsa da halen aşısı bulunmayan ölümcül hastalıklar var. Sıtma, HIV-AIDS ve bazı tüberküloz ve grip formları bunlardan bazıları. Bu hastalıklara karşı aşı üretmek için çok fazla araştırma yapılıyor ve 21. yüzyıl, onları kontrol altına almanın etkili araçlarını vaat ediyor. 2006 yılında, serviks kanserine (bir çeşit virüsün neden olduğu) karşı bir aşı geliştirildi. Sıtmaya karşı aşılarla ilgili bazı denemeler de devam ediyor, ancak bunlar henüz umut verici görünmüyor. Kuş gribi gibi yeni hastalıklara karşı aşılar da yapılıyor.

21. yüzyılda tıbbi ilaçlar ve cihazlar üzerinde araştırmalara devam edilecek. Mevcut ilaçların yeni formları geliştirilecek ve bu ilaçların daha etkili ve satın alınabilir olması sağlanacaktır. Halihazırda bir solunum aletiyle verilebilen insülin var, bu da şeker hastalığı

İnsan Genom Projesi

İnsan genomunun tamamının haritasını çıkarmak için çokuluslu bir işbirliği projesi olan İnsan Genom Projesi 2003 yılında tamamlandı. Bu proje biliminsanlarının ve araştırmacıların birçok hastalık ve rahatsızlığın genetik nedenlerini ve tedavilerini belirleyebilmeleri açısından önemli bir çalışmaydı. Celera Genomics Inc benzer projeler yürüten özel bir şirketti.

İnsülin solunum aleti

Rekombinant biyoteknoloji, insanlar üzerinde kullanılacak ilaçların üretiminde giderek daha fazla kullanılıyor. Enjekte edilmek yerine solunum yoluyla alınabilen ve rekombinant insan insülininden üretilen solunum aleti buna bir örnektir. 2006 yılında Exubera tarafından tanıtılan bu yöntemin, şeker hastalığının tedavisinde enjekte edilebilen versiyonu kadar güvenli ve etkili olduğu kanıtlanmıştı. Buna karşın yüksek maliyetli olması nedeniyle 2007'de piyasadan kaldırıldı.

olan kişilerin hastalığı kontrol etmesini kolaylaştırıyor. Benzer şekilde, tıbbi cihazlar, nanoteknoloji ile yapılmış olanlar gibi yeni ve daha güvenli materyallerin kullanılmasıyla çok daha iyi bir hale gelecek. Cerrahi müdahaleler, gelişmiş laparoskopi ve müdahalesiz yöntemler gibi teknolojiler kullanılarak daha güvenli ve daha kısa cerrahi prosedürlerle ilerletilecek. Son olarak, biyoteknolojideki ilerlemelerle şimdiye kadar çok zorlayıcı olduğu kanıtlanmış kanser gibi hastalıklar için tedaviler bulunabilir.

Tanı biliminde ise çip üstü laboratuvar teknolojisi sayesinde, en azından gelişmiş ülkelerde hızlı ve doğru teşhis konulabilecek. X ışınları, tomografi ve MR gibi mevcut tanı yöntemlerinde yapılan iyileştirmeler, sağlık uzmanlarının hastalığın doğasını daha iyi anlayabilmelerine ve daha etkili ve zamanında tedavi edebilmelerine olanak tanıyacak. Mevcut tıbbi araştırmalarda, özellikle beynin işleyişinde fonksiyonel manyetik rezonans görüntülemenin (fMRI) kullanımının umut verici sonuçlar doğurduğu düşünülüyor.

NANOTEKNOLOJİ: GELECEĞİN TEKNOLOJİSİ

Materyallerin nanometre hatta metrenin milyarda biri ölçekte manipülasyonu ve üretiminin yapıldığı nanoteknoloji, 21. yüzyılın en büyük gelişmelerinden biri olarak görülüyor. Son birkaç yılda bu alanda muazzam gelişmeler yaşandı. Günümüzde de nanoteknolojide kullanılmak üzere birçok yeni teknik ve teknoloji var. Nanoteknolojinin gerçek potansiyeli henüz fark edilmemiş olsa da piyasada tüketiciler için birçok malzeme bulunuyor. Bunlara örnek olarak leke tutmaz ve buruşmaz sentetik elyaflar veya temizlenmesi kolay ve çizilmeye karşı dayanıklı seramik ve camlar verilebilir.

Önümüzdeki birkaç yıl içinde nanoteknoloji, insan faaliyetlerinin hemen hemen hepsini etkileyecek. Üretim alanında, nanoteknoloji daha hafif ve daha güçlü malzemeler imal etmeyi mümkün kılacak. Bu malzemeler, daha güvenli ve daha az yakıt tüketen araçlarla ulaşımda devrim yaratacak. Bunlar ayrıca programlanabilir hale getirilebilir ve inşaat sektörünü öngörülemeyecek şekilde değiştirebilir. Örneğin, benzersiz termal özelliklere sahip olan korozyona ve çizilmeye karşı dayanıklı malzemeler, imalat ve inşaatın şu andan tamamen farklı olmasını sağlayacak. Nanoteknolojinin daha verimli ve dü-

şük maliyetli güneş panelleri üretiminde kullanılması, yenilenebilir enerjinin kullanımında da devrim yaratabilir.

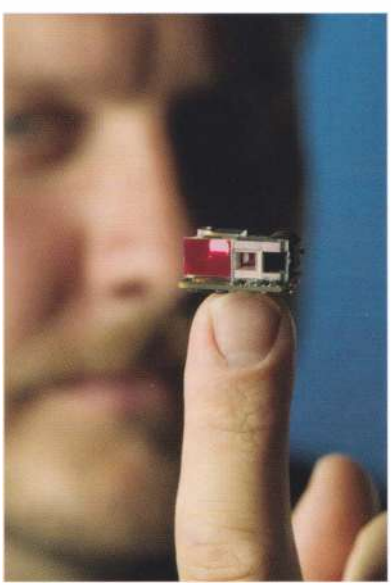
Nano cihazların boyutları göz önüne alındığında, bu cihazların içine sensörler ve işlemciler eklemek ve daha sonra onları farklı ortamlarda sabitlemek mümkün olacak. Örneğin, nano sensörlerin kirliliği, sıcaklıktaki ve bazı kimyasalların seviyesindeki değişiklikleri tespit edebileceğini düşünebiliriz. Bu sensörler son derece duyarlı olacakları için havadaki kirliliği tek bir molekülden dahi anlayabilecekler, dolayısıyla çok faydalı olacaklar. Dahası, bu sensörler, verileri kablosuz olarak internete aktarabilir, daha sonra herhangi bir yere iletme olanağı sağlayabilir.

Tıpta nanoteknolojinin çeşitli uygulamaları olabilir. Nano sensörler vücuttaki birkaç kanserli hücrenin varlığını algılayabilir, bu sayede kansere zamanında müdahale edilerek yayılmasını önleyebilir. Nano parçacıklardan üretilen ilaçlar vücudun etkilenen kısmına ulaşılabildiğinden bu parçacıkların kanser hücreleri gibi belirli hücrelere bağlanması sağlanabilir ve böylelikle ilaç sektöründe bir devrim yaşanabilir.

Nanoteknolojiyi kullanan tanı yöntemleri başka bir gelişme alanı olabilir. Farklı ebatlarda nano parçacıklar vücuttaki farklı kimyasallara veya reseptörlere kendilerini bağlayabilir ve bu, floresan veya manyetik algılama gibi yöntemler kullanılarak tespit edilebilir. Benzer şekilde, nanoteknoloji çok küçük miktarlardaki örneklerin biyokimyasal analizi için kullanılan çip üstü laboratuvarın geliştirilmesi için kullanılabilir.

Nanoteknoloji, engelli insanlar için cihazların üretilmesinde de kullanılabilir. Örneğin nanoteknoloji sayesinde üretilecek retinal implantların beyne bilgi aktarması sağlanarak görme engellilere yardımcı olunabilir. Bu, nörolojik ve bedensel rahatsızlıklara yardımcı olmak için biyolojik açıdan güvenli malzemelerden yapılabilir. Eğer motor gibi başarılı ve güvenli nano-mekanik cihazlar yapılabilirse, bu cihazlar belli organların yerini alabilir, onları onarabilir, bu da tıpta bir devrim yaratır.

Bilgi teknolojisinde ise nanoteknoloji, verilerin depolanması açısından büyük bir etki yaratabilir. Manyetodirenç olayını kullanan mevcut teknoloji, veri depolama yoğunluklarını büyük oranda artırdı ancak nanoteknoloji bunu on ve onun katları oranında büyütme ihtimalini ortaya koyuyor. Bu teknolojilerin bazıları halihazırda prototip aşamasında ve piyasaya sürülmeleri an meselesi. Bilgisayar belleği alanına bakıldığında, nanometre kalınlığında manyetik katmanlar kullanan bir cihaz



MEMS nanoteknolojisi

Elektromekanik cihazlarla nanoteknolojinin birleşmesiyle Mikro-Elektro-Mekanik Sistemler (MEMS) geliştirildi. MEMS cihazları, tıpta ve imalat endüstrisinde olduğu kadar elektronik aletlerde de giderek daha fazla kullanılıyor. Burada, barkod taramasında kullanılmak üzere geliştirilen MEMS lazer tarama teknolojisi görülmektedir. Bu cihaz 40 kat daha hızlıdır ve geleneksel lazer tarayıcıların altmışta biri kadardır.

iPod Nano

Ekim 2001'de Apple, taşınabilir bir müzik çalar olan iPod'u piyasaya sürdü ve iPod kısa bir sürede popüler oldu. Bu alet ikonik tasarımıyla, büyük ve hantal müzik çalarların yerini aldı. Sabit disk ve özel bir yazılım kullanan iPod, kullanıcı dostu bir arayüze sahipti. Apple ultra ince iPod Nano da dahil olmak üzere iPod'un pek çok sürümünü piyasaya sürdü ve daha sonra kullanıcıların müzik parçalarını uygun fiyata satın almasını sağlayan internet tabanlı müzik mağazası iTunes'u kurdu.

olan manyetik rastgele erişimli bellek (manyetik RAM) üzerine çalışılıyor; bu daha ucuz ve daha yüksek performanslı bellek aygıtlarına doğru dev bir adım olacak.

Nanoteknoloji, 21. yüzyılda hemen hemen tüm yaşam alanlarını etkileme potansiyeline sahip bir alan olacağını taahhüt ediyor. Bununla birlikte, tüm teknolojilerde olduğu gibi nanoteknolojinin kontrolsüz kullanımıyla ilgili de kaygılar var, en önemlileri ise nanoteknolojinin sağlık ve çevre üzerindeki etkileri. Bunun nedeni, çok ince ve hayli küçük parçacıkların solunması halinde ciddi bir sağlık riski oluşturduğuna dair kanıtların varlığı. Nanoteknoloji, nano parçacıklar çok ufak boyutlarda olduğundan, insanları hücresel ölçekte dahi etkileyebilme potansiyeline sahip olduğu için tehlikelidir. Örneğin nano parçacıkların boyalardaki kullanımı, kanserojen ve dolayısıyla çok zararlı olabileceği için iyice araştırılmalıdır. Ek olarak, karbon nanotüpleri ve telleri gibi nano parçacıklar ve nano malzemeler, kolayca besin zincirine girebilir, felaket sonuçlara yol açabilecekleri için sıkı takip edilmelidirler.

Bilimkurgu: Bugün ve Yarın

Bilimkurgu görece yeni bir edebi ve sinematik türdür. Bilimkurgu adı 1920'lerde, Amerikalı yayıncı Hugo Gernsback tarafından bilim ve teknolojinin insan toplumu üzerindeki etkisini ele alan her türlü kurguya verildi. Bilim ve teknolojinin bilinen bilgi çerçevesinde tutarlı olması önemlidir fakat bunun gerçek olmasına gerek yoktur. Beğenilen bilimkurgu eserlerinin çoğu, hayali gelecek teknolojisine dayanır.

Bilimkurgu yazarları tarafından ele alınan temalar her zaman yeni olmayabilir. Bu temalar klasik yazarlar tarafından ele alındığında farklı anlamlar taşıyabilir, örneğin MS 2. yüzyılda Ay'a gitme fikri hicivsel bir anlatım için kullanıldı. Daha sonra 18. yüzyılda Jonathan Swift ve Voltaire gibi ileri görüşlü yazarlar eserlerinde, Sanayi Devrimi'nin getirdiği muazzam etkinin dönemin toplum yapısını değiştirişini hicvetmek için fantastik temalar kullandılar.

Bilimkurgunun tam anlamıyla öncüsü, *Denizler Altında Yirmi Bin Fersah* (1870) ve *Seksen Günde Devr-i Âlem* (1873) eserlerinin sahibi Fransız yazar Jules Verne'dir. Verne, o zamanlar yalnızca birer hayal ürünü olan uçak, denizaltı ve uzay gemileri gibi teknolojileri içeren birçok bilimkurgu romanı yazdı. Kitapları son derece popülerdi ve Verne'i uluslararası bir figür haline getirdiler. Verne'in çalışmalarının en belirgin özelliği, fütüristik teknolojileri şaşırtıcı derecede isabetli bir şekilde tahmin etmesidir. Verne, günümüzde hâlâ ününü sürdürüyor; bu türün kültürler arası büyüsünü ifade eden romanları ise dünyada en çok dile çevirilen kitaplar arasında üçüncü sırada.

19. yüzyılın sonlarına doğru H.G. Wells, yazarları uzun yıllar heyecanlandırmaya devam edecek temalara değinen üç büyüleyici kitap yazdı. *Zaman Makinesi*, *Görünmez Adam* ve *Dünyaların Savaşı*, uzay ve zaman yolculuğu üzerine kurgulanan ve uzaylı kavramını ortaya çıkaran başyapıtlardır. Bilimkurgu temaları hakkında bu dönemde eser veren diğer yazarlar C.S. Lewis, Aldous Huxley, George Orwell ve Edgar Rice Burroughs'tu.

Bilimkurgunun altın çağı 1920'lerde o dönem elektronik ve radyo meraklıları için bir dergi çıkaran Hugo Gernsback'in bilimkurgunun teknoloji ile işbirliği içinde, gerçek ve hayal dolu olduğunu ve bunun hayli popüler olabileceğini fark etmesiyle başladı. Bilimkurgu öyküleri düzenli olarak yayımlayan çeşitli dergiler çıkarttı ve bu türün pek çok yeni yazarına fırsat sundu. 1930'lara gelindiğinde bilimkurgu son derece popülerdi, ABD genelinde hatta Avrupa'da hayran kitleleri dahi vardı.

Tür popülerlik kazanırken yazılı eserlerde ufak bir değişiklik oldu. Birçok bilimkurgu yazarı ve editörü eğitimli biliminsanları ve mühendislerden oluştuğu için yazılanların hepsi bilimsel doğruluğa vurgu yapıyordu. Okuyan kitlenin çoğunluğu ergenlik çağında olsa da bu tür birçok okuyucunun bilim ve teknolojide kariyer yapmalarına neden olan bir merak ve ilham kaynağıydı.

1940'ların ortasındaki atom bombası ve 1950'lerin sonunda Sputnik'in fırlatılması, bilimkurgu üzerinde derin etkiler bıraktı. Nükleer savaşın yıkıcı etkileri artık biliminsanları tarafından fark edilmişti ve

Jules Verne

Hugo Gernsback ve H.G. Wells'in yanı sıra Fransız yazar Jules Verne, bilimkurgunun temellerinin atılmasına katkıda bulundu. Uçaklar ve denizaltılar icat edilmeden önce eserlerinde hava, yer ve su altındaki seyahat kavramlarını tanıttı. Popüler eserleri arasında *Dünyanın Merkezine Yolculuk* (1864) bulunmaktadır.

2001: A Space Odyssey

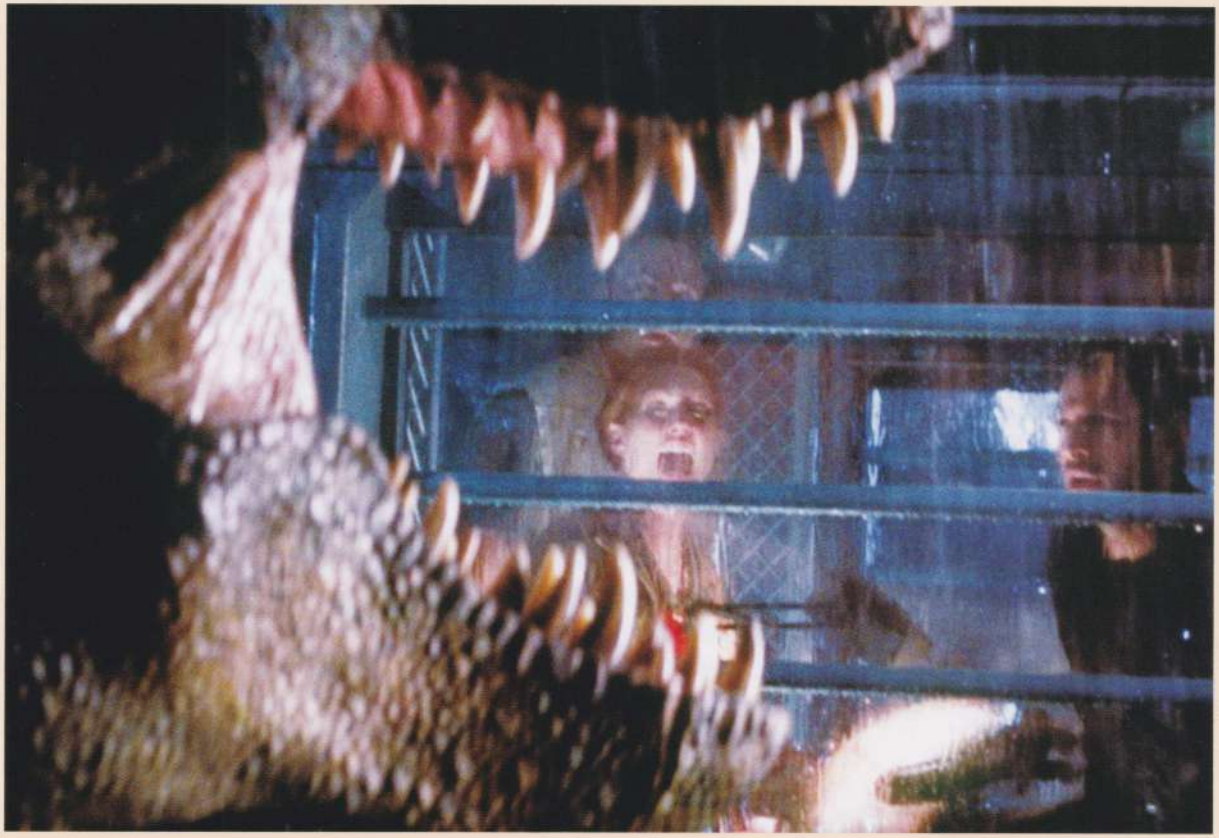
Stanley Kubrick'in sinema filmi *2001: A Space Odyssey*, Arthur C. Clarke'ın yapay zekânın olumsuzlukları üzerine düşündüren bilimkurgu romanından uyarlanmıştır. Gişe rekortmeni film, özel efekt teknolojisinde çığır açmıştır.

nükleer sonrası katliamın tasviri popüler bir temaydı. Bu, aynı zamanda yazarların teknolojik fütürizmden sıyrılıp bilimin gelecekte toplum üzerindeki etkisini yazmaya doğru kaydıkları zamandı. Batı'da baskın bir tema olan soğuk savaş, bu türe de yansıdı – komünist paranoya ve Büyük Birader korkusu popüler konulardı.

Bu dönemin en popüler bilimkurgu yazarları Robert Heinlein, Isaac Asimov ve Ray Bradbury (hepsi Amerikalıdır) ve bir İngiliz, Arthur C. Clarke'dı. İngilizce dışı edebiyatta ise Polonyalı yazar Stanislaw Lem, İtalyan yazar Italo Calvino ve Sovyet dünyasından Ştrugatski Kardeşler gibi yazarlar okuyucularını büyülemişlerdi.

1960'larda *Star Trek* televizyon dizisi son derece popüler oldu. Bilimkurgu hayranları arasında bir kült statüsü kazandı ve bütün neslin popüler hayal gücünün parçası oldu. Sinema sektöründe 1960'lı yıllarda *2001: A Space Odyssey* ve *Fahrenheit 451* gibi geleceğin tasvirinde yeni ufuklar açan çeşitli filmler yapıldı. Bu filmlerin ve televizyon dizisinin başarısı Hollywood'un ilgisini çekti. *Üçüncü Türden Yakınlaşmalar*, *Yıldız Savaşları* ve *E.T.*, 1970'lerin sonları ve 1980'lerin gişe rekorları kıran filmleri olarak dev bir endüstrinin devamı niteliğindeydiler.

1970'ler ve 1980'ler boyunca bilgisayarcılık alanındaki muazzam büyüme de bilimkurgunun hitap ettiği temalara yansımıştı. 1950'lerin ve 1960'ların eserleri çoğunlukla uzaylılara ve uzayyolculuğuna odaklanmıştı, 1980'lerde edebiyat ve sine-



Kayıp Dünya: Jurassic Park

Michael Crichton'un aynı isimli romanından uyarlanan *Jurassic Park*, dinozorların genetik mühendisliği temasını işleyen bir diğer gişe rekortmeni filmdir. Genetiğin tehlikeli yönlerine işaret eden film izleyicileri epey korkutmuştu.

ma Siberpunk'ın ve yapay zekânın ortaya çıkışını gördü. 1982'de vizyona giren ve oldukça başarılı bir film olan *Blade Runner*, izleyici çekmeye devam eden bu alt tür için önemli bir örnektir.

Bilgisayar teknolojisi, bilimkurgu filmler ve televizyon şovları üzerinde büyük bir etkiye sahipti. 20. yüzyılın sonlarına doğru filmlerde kullanılan özel efektler oldukça nitelikli bir hale geldi. Özel efektler için kullanılan teknoloji, gerçekçi olmayan karakterlerin ve makinelerin gerçekçi bir şekilde canlandırılmasına imkân tanıdı ve bu film türüne cazibe kattı. Rekombinant DNA teknolojisini kullanarak dinozorların yeniden yapılandırılmasına dayanan muazzam derecede başarılı bir film olan *Jurassic Park* bu yönde önemli bir dönüm noktasıydı. *Terminatör*, *Matrix* ve *Transformers*, gerçekçi özel efektlerin öne çıktığı filmlerdi.

21. yüzyıl toplumu oldukça teknolojik bir toplum. Uzay gezisi, uydular, nükleer güç, bilgisayarlar ve hatta robotlar da artık günlük hayatın bir parçası. Bu nedenle bazı insanlar arasında mevcut senaryoda bilimkurgunun cazibesinin kaybolacağına dair bir his var. Bununla birlikte, 21. yüzyıldaki bilimsel ve teknolojik yeniliklerin hızı şimdiye kadar olduğundan daha hızlı olacak. Bilim ve teknolojinin neredeyse tüm alanlarında yeni boyutlar açığa çıksa da geleceğin neler yapabileceğini hayal edebilecek bilimkurgu yazarları için daima yeterli malzeme olacaktır.

Laboratuvarlar ve Beyin Takımları

İnsanlık tarihinin büyük bir kısmında teknolojik yenilikler kendi başlarına deneyler ve araştırmalar yapan kişiler tarafından gelmişti. Bunlar zanaatkârlar, çiftçiler, avcılar, rahipler, saraylar veya boş zamanı olan beyefendiler olabilir. MS 11. yüzyıldan sonra Batı'da üniversitelerin kurulmasıyla, bu yeni kurumlar zamanla öğrenme ve yeni fikirlerin merkezi haline geldi. Yine de teknolojik ilerlemenin kurumsallaşması 20. yüzyıla kadar mümkün olmadı.

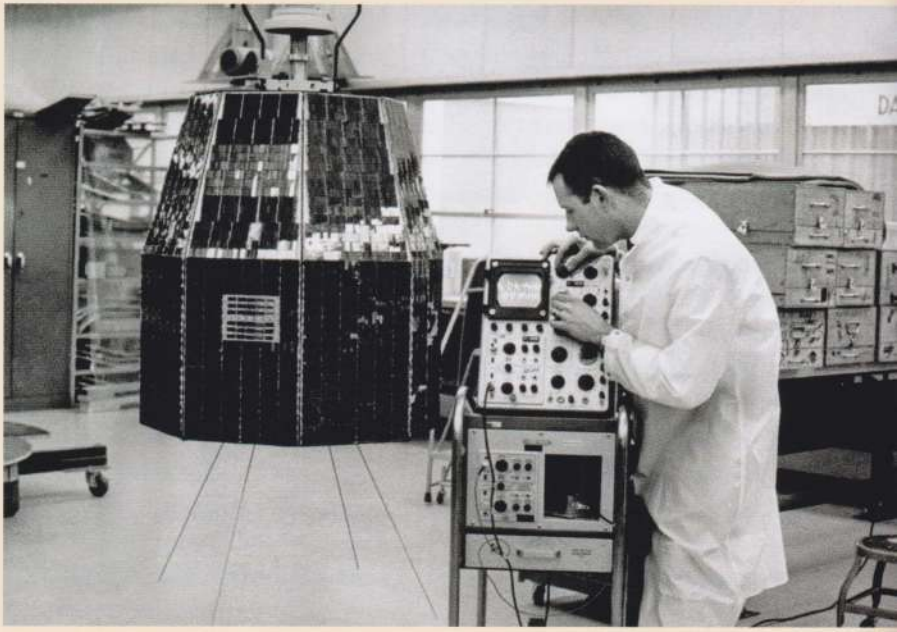
Thomas Edison 19. yüzyılın sonlarına doğru Menlo Park'ta ilk endüstriyel laboratuvarı kurdu. Amaç, pek çok mühendis ve teknisyenin etkileşime girerek yeni fikir ve teknikler geliştirmesini sağlamaktı. Bireysel olarak tedarik edilmesi zor olan temel altyapı ve ekipman laboratuvarda vardı. Bu muazzam derecede başarılı bir modeldi ve birkaç yıl içinde bu laboratuvar dünyaya gramofon ve akkor ampul gibi birçok icat sundu.

Bu fikir, 1925 yılında Bell Telefon Laboratuvarları adlı bir araştırma laboratuvarı kuran AT&T tarafından kullanıldı. Bell Laboratuvarları, araştırma laboratuvarının en başarılı örneklerinden biri haline geldi. ABD'de birçok yerde yaygınlaşan Bell Laboratuvarları, transistor ve fotoelektrik hücre gibi devrim niteliğinde binlerce buluşun altına imza attı. Laboratuvardaki biliminsanları aynı zamanda temel bilimler üzerine çalışmalar yaptılar; elektron kırınımı, radyo-astronomi, bilgi teorisi ve kesirli Hall etkisini keşfettiler. Bugüne kadar Bell Laboratuvarları'nda yapılan çalışmalara altı Nobel Ödülü verildi.

Bir kurum sponsorluğunda kurulan araştırma laboratuvarlarına birkaç örnek daha verilebilir. Bunlar arasında IBM araştırma laboratuvarı ve PARC bulunur. 2002'de kurulan PARC, lazer baskı, Ethernet, Grafik Kullanıcı Arayüzü ve her yerde bulunan bilgi işlem gibi teknolojilere öncülük etti. Bu kurumların arkasındaki

Bell Laboratuvarları

Bell Telefon Laboratuvarları veya Bell Laboratuvarları, endüstriyel bir araştırma laboratuvarının en başarılı örneklerinden biriydi. Başlangıçta telefon üzerine uygulamalı araştırmalar yapmak için kurulmuş olmasına rağmen daha sonraki yıllarda birçok alanda temel ve uygulamalı araştırmalara başladı. Bell Laboratuvarları'nda çalışan birçok araştırmacı Nobel Ödülü aldı. Burada bir araştırmacı Bell Laboratuvarları'nda osiloskop üzerinde çalışıyor.



temel fikir, biliminsanlarına ve mühendislere ticari kaygılardan sıyrılarak fikirlerini sürdürme özgürlüğü ve fırsatı vermekti. Elbette laboratuvardan çıkan fikirlerin patentleriyle büyük miktarlarda paralar kazanıldı ancak bu sadece ticari açıdan uygun fikirlerin teşvik edildiği anlamına gelmiyordu.

Özel sektörün yanı sıra, çoğu ülkede hükümet tarafından kurulan ve finanse edilen araştırma laboratuvarları da var. ABD'de, hemen hemen her alanda temel ve uygulamalı araştırmalar yapan Ulusal Laboratuvarlar ve Enstitüler Ağı var. Genellikle bu kurumlar nitelikli insan kaynağı varlığından fayda sağlayabilmek için araştırma üniversitelerinin yakınında kuruldu. Laboratuvarların birçoğu savunma uygulamaları üzerine gizli araştırmalar yapıyor ancak temel bilimler üzerine araştırma yapanlar da mevcut.

Bazı üniversiteler bağımsız ve kâr amacı gütmeyen kuruluşlar olarak çalışmak için araştırma enstitüleri kurdular, sözleşmeli olarak araştırmalar yürütüyorlar. Bunun en önemli örneği, Stanford Üniversitesi tarafından 1946'da kurulan ve iletişim, şebeke ve bilgisayar alanlarında önemli icatlar geliştiren SRI International'dır.

21. yüzyıldaki bilim ve teknoloji muazzam derecede büyük ve karmaşık bir bilgi birikimi. Bilim ve teknolojide herhangi bir özel alan veya konunun çok geniş olması, uzmanlık alanında bir artışa neden oldu. Sanayi Devrimi'ne kadarki olaylarda olduğu gibi, pek çok konuya hâkim olmak artık herhangi bir birey için mümkün değildir. Dahası, teknolojik inovasyon ve deney için gereken araçlar, bireylerin ulaşamayacakları düzeydedir. Bu nedenle devlet veya vakıf destekli kurumlar neredeyse tüm teknolojik gelişmelerin gerçekleştiği yerler olmuştur. Bilim ve teknoloji dünyası karmaşıklaştıkça, genel araştırma kuruluşlarından özel laboratuvarlara doğru bir hareket olacaktır.

NASA

ABD hükümeti tarafından 1958'de kurulan ve uzay bilimine pek çok yeni teknoloji kazandıran NASA, devasa bir bilimsel yatırımdır. En önemli başarıları arasında, tekrar kullanılabilir uzay aracının geliştirilmesi ve öngörülen maliyetinden çok daha pahalıya mal olmasına rağmen uzay araştırması için son derece yararlı olan uzay mekiği vardır.

FÜTÜRİSTİK BİR DÜNYA?

İnsanoğlu, milyonlarca yıl önce Afrika'da yemek için avlanan ilk *homo sapiens*'ten bu yana çok yol katetti. Doğal ve suni materyallerin ve nesnelerin amaç odaklı kullanımı, Paleolitik çağlardan bu yana hızla yaygınlaştı. Geçen yüzyılda insanlığın muazzam teknolojik başarılarını benzersiz olarak görmek cazip olsa da tarihsel bir perspektife sahip olmak önemlidir.

Bu kitapta görüldüğü gibi, son on iki bin yılda yaşam şartlarını iyileştirmek için bir dizi devrimci yenilikten geçildi. Av sırasında hayvanları öldürmek için etkili bir aracın geliştirilmesi Neolitik bir avcı için devrim niteliğinde bir gelişmeydi, tıpkı günümüzde akıllı bombaların toplum üzerinde bıraktığı etki gibi. Tahılların Ortadoğu'da ehlileştirilmesi muhtemelen insanlık tarihinin gidişatını değiştirdiği için GD gıdalarının gelişiminden çok daha büyük bir önem taşıdı. Benzer şekilde, Mezopotamya'da yazının ortaya çıkışı uzun vadede düşünüldüğünde belki de modern zamanda bilgisayarın icadından çok daha önemli bir gelişmeydi. İnsanlık tarihi boyunca pek çok önemli buluş ve yeniliğin insanlık tarihinin gidişatını değiştirdiği birçok örnek düşünülebilir.

Bununla birlikte, özellikle Sanayi Devrimi'nden sonra başlayan dönemin ruhunu benzersiz kılan şey, teknolojik ilerlemenin topluma yayılma hızında yatar. 20. yüzyılda, teknolojik yenilik organizasyonu derin bir değişim geçirdi. Araştırma ve geliştirme artık izole edilmiş kişiler tarafından değil büyük araştırma ve geliştirme kuruluşları tarafından yürütülüyor. Bunlar endüstriyel laboratuvarlar, üniversiteler veya devlet laboratuvarları olabilir. Teknolojik yenilik için gerekli altyapı şimdi bireylerin erişiminin ötesinde. Bu eğilim,

Gelecek ne gösterir?

21. yüzyılda teknolojinin ilerleme hızına bakıldığında, geleceğin tıp, iletişim ve ulaşımda önemli atılımlar getireceği düşünülüyor. Bununla birlikte, yaşanan ve yaşanacak tüm gelişmeler çevre konularının gölgesinde kalacağa benziyor.

bilimsel ve teknolojik araştırmaların kurumsallaştığı 20. yüzyılın ikinci yarısında özellikle telaffuz edilmişti.

21. yüzyılda teknolojik inovasyonun oluşma biçiminde daha fazla değişiklik yaşanması bekleniyor. İnternetin ortaya çıkışı, hızlı ve ucuz iletişim, araştırmaların farklı coğrafyalara dağılmasını mümkün kılıyor ve bu eğilim ilerleyen senelerde daha da büyüyecek. Küresel ölçekte teknolojik yeniliklerin yayılması da daha hızlı hale gelecek ve özellikle tüketim mallarında ileri teknolojilere erişim kolaylaşıp yaygınlaşacaktır.

21. yüzyılda hangi teknolojilerin ortaya çıkacağını tahmin etmek tehlikeli bir egzersiz programıdır. İnsan zihninin yaratıcılığı özünde sınırsız ve bu nedenle teknolojik tahminler çoğunlukla doğru çıkıyor. Ama yine de hangi teknolojinin şekilleneceği ve toplumu nasıl etkileyeceği belli olmaz. Sonuçta, 19. yüzyılın başlarındaki en parlak biliminsanları bile uzay yolculuğunu ve mikroişlemcileri tahmin edemezdi. Yine de teknolojik ilerlemenin önümüzdeki yıllarda daha hızlı bir şekilde devam edeceği ve tıpta, ulaşımda ve iletişim teknolojilerinde devrim niteliğinde gelişmelerle birlikte insanların hayatını kolaylaştıracağı söylenebilir.

Bununla birlikte doğa, küresel ısınmada ve incelen ozon tabakasında görüldüğü gibi bu ilerlemeyi protesto etmeye başladığı için, gelecek nesillerin uğruna teknolojik ilerlemelerin hızını azaltmak önemlidir. Çevreden tasarruf etmek için alternatif teknolojiler geliştirme çalışmaları 21. yüzyılda başladı, ama önümüzdeki yıllarda yaygınlaştırılması gerekiyor.

TERİMLER SÖZLÜĞÜ

İCATLAR VE MUCİTLER*

* Buradaki icatlar ve terimler, sadece kitapta geçenlerle sınırlı değildir. Kitapta değinilmeyen önemli icatlara da yer verilmiştir. (yay.n.)

Ampul: 1880'de Thomas Alva Edison (1847-1931), ampullerin içinde karbon filaman kullanmanın ampulün ömrünü uzattığını gösterdi. Bundan önce kullanılan filamanlar kolayca yandıkları için çok pratik değillerdi.

Arbalet: MÖ 4. yüzyılda Çin kaynaklarında arbalet ve mancınık kullanımı hakkında bilgiler vardır. Arbalet zamanına göre oldukça etkili bir silahtı.

Ark lambası: 19. yüzyılın ilk on yılında ünlü İngiliz biliminsanı Sör Humphry Davy (1778-1829) havayla ayrılmış, voltaik bir reaktöre veya pile bağlı karbon parçalarını kullanarak ilk ark lambasını yaptı. Ark lambası prensibi daha sonra farklı renklerde ışık elde etmek için farklı gazlarda kullanıldı.

Asansör, emniyet freni: 1853 yılında Amerikalı mucit Elisha Otis (1811-61), kabloların kopması durumunda asansör kabininin düşmesini engelleyen bir asansör freni icat etti. Bu, asansörleri daha da güvenli kıldı ve daha sonra yüksek katlı gökdelenlerde yaygın bir şekilde kullanıldı.

Asma köprüler: Güney Amerika'daki büyük İnka İmparatorluğu'nun çok iyi bir iletişim sistemi vardı. İnkalar 19. yüzyılda vadilere uzanan asma köprüler inşa etmek için dokuma halat ve tekstil kullanan ilk toplumdur.

Aşılama: 1796'da İngiliz hekim Edward Jenner (1749-1823), çiçek hastalığına karşı bir aşı geliştirmek için sığır çiçek hastalığı taşıyan bir madde kullandı ve böylelikle aşıyı buldu.

At arabası: MÖ 2000 yıllarında Mezopotamyalılar atı evcilleştiren Orta Asyalı kuzey komşularıyla temas kurduktan sonra at arabasını geliştirdiler.

Atom saati: Zaman aralıklarını kesin olarak belirlemek için atomların geçişlerini kullanan bir cihaz olan atom saati, 1949'da US National Bureau of Standards'ta [ABD Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü]e geliştirildi. Atom saatleri artık zaman standartları olarak kullanılmaktadır ve son derece doğrudur.

Bakalit: Amerikan kimyager Leo Baekeland (1863-1944) 1908'de tamamen sentetik bileşenlerden oluşan ilk plastiği sentezledi. Bakalit adı verilen bu malzeme yalıtım özelliklerine sahipti ve elektrik bileşenlerinde kullanılıyordu. Oyuncak, mutfak gereçleri ve hatta mücevherat yapmak için de kullanılıyordu.

Bakır: Ortadoğu'da MÖ 3500 yıllarında bakır cevherinden ayrıştırılarak kalıplara dökülmek için taş kabında eritildi.

Barut: Eski Çin'in *dört büyük icadı*ndan biri olan barut, 9. yüzyılda icat edildi. Barut, kısa bir sürede Çin'den İran'a, ardından Avrupa'ya yayıldı.

Bessemer İşlemi: İngiliz mucit Henry Bessemer (1813-1898), çeliği daha önce hiç olmadığı kadar hızlı ve ucuz bir şekilde üretme süreci için patent aldı. Bessemer işlemi inşaat, silah, makine yapımı ve çatal bıçak takımı gibi çeşitli amaçlarla çeliğin yaygın bir şekilde kullanılmasına izin verdi.

Bilgisayar faresi: Amerikan mühendis Douglas Engelbart (1925-) 1963 yılında ilk bilyalı bilgisayar faresini yaptı. 1980'lerde Grafik Kullanıcı Arayüzü'nden sonra fare bilgisayarlar için gerekli bir cihaz haline geldi.

Bilgisayar: İlk çok amaçlı bilgisayar ENIAC, 1946 yılında ABD Ordusu için yapıldı. Vakum tüpü kullanan ENIAC programlanabiliyordu.

Bilgisayarlı Tomografi (BT): İnsan vücudunun doğru bir görüntüsünü üretmek için çok sayıda x ışını görüntüsü kullanan bir teknik olan BT, İngiliz mühendis Godfrey Hounsfield (1979-2002) tarafından icat edildi. O zamandan beri kullanılmaya devam edilen BT tıpta önemli bir tanı aracı haline geldi.

Braille: Fransız mucit Louis Braille (1809-1852) Braille sistemini 1821'de icat etti. Sistem, görme engeliler tarafından okuma ve yazma için yaygın olarak kullanılmaktadır.

Bronz: MÖ 3000 yıllarında Mezopotamya'da kalay ve bakır alaşımı, saf bakırdan daha faydalı olduğu için bronz üretiminde kullanıldı. Bakırdan daha sertti; silah ve alet yapımında kullanılabiliyordu.

Buhar kazanı: İskenderiyeli Heron (MS 10-70) buharla çalışan türbinlerin yanı sıra hava basınçlı silahı geliştiren ilk kişiydi.

Buhar makinesi: İngiliz bir demirci olan Thomas Newcomen (1663-1729), ilk kullanışlı buhar makinesini 1712'de icat etti. Bu alet ilk olarak kömür ve kalay madenlerinden su çıkarmak için kullanıldı ve oldukça başarılıydı. İskoç araç üreticisi James Watt (1736-1819), verimliliğini artırmak için 1769'da Newcomen buhar motorunda büyük bir değişiklik yaptı.

Buharlı lokomotif: 1801'de İngiliz maden mühendisi Richard Trevithick (1771-1833), buhar gücüyle çalışan ilk lokomotifi yaptı. Motor pistonunun doğrusal hareketini dönme hareketine dönüştürmek için bir krank mili kullandı. Lokomotifin tasarımında 19. yüzyılda pek çok değişiklik yapıldı.

Cep saati: Alman anahtarcı Peter Henlein (1480-1542), 1504'te ilk cep saatini icat etti.

Cıva termometresi: 1724'te Alman mühendis Daniel Fahrenheit (1686-1736) ilk kez termometrede cıva kullandı. Termometrelerde kullanım için standartlaştırılmış bir ölçek geliştiren ilk kişi oldu.

Colt revolver: 1835 yılında Amerikalı mucit Samuel Colt (1814-1862), silindirleri döndürmek için zarif bir mekanizma kullanan bir tür revolverin [altıpatlar] patentini aldı. Colt'un altıpatları Batı Amerika'da son derece popülerdi, çünkü ilk pratik yinelenen ateşli silahtı.

Çelik saban: 1837'de Amerikan demirci John Deere (1804-1886) çelik sabanı icat etti. Demir sabandan çok daha sağlam olan çelik sabanlar oldukça sert topraklarda da kullanılabiliyordu. Çelik saban, ABD'deki ekilebilir alanın artırılmasında önemli bir rol oynadı.

Çengelli iğne: Pek çok kültürde antik çağdan beri bir çeşit çengelli iğne kullanılmasına rağmen 1849'da Amerikalı makine teknisyeni Walter Hunt (1796-1859), iki kumaş parçasını bir arada tutmak için geliştirdiği çelik iğne ile çengelli iğneyi yeniden keşfetti.

Çırçır makinesi: Pamuk lifini tohumlarından ayırmak için kullanılan basit bir makine olan çırçır, 1793 yılında Amerikan mucit Eli Whitney (1765-1825) tarafından icat edildi. Çırçır makinesi, pamuk üretimini artırdı; bu, Amerikan'ın güneyinde pamuk ekimi yapılabilmesi için önemli bir gelişmeydi.

Çocuk felci aşısı: Amerikalı biyolog Jonas Salk (1914-95), çocuk felcine karşı ilk aşıyı geliştirdi. Bu aşı, çocuk felcinin yok edilmesinde ve tüm dünyadaki çocuklarda görülme sıklığının azaltılmasında hayati bir rol oynadı.

Daktilo: Amerikalı yayıncı Christopher Sholes (1819-90), ilk pratik daktiloyu 1867'de icat etti. Sholes, bugün bile kullanılmaya devam eden Q klavyenin de mucididir.

Demir: Doğu Türkiye'deki Hititler MÖ 2000-1500 yılları arasında demir kullanımını keşfettiler. Sonraki birkaç yüzyılda, bu teknoloji Mezopotamya ve Mısır'da yaygınlaştı.

Deniz kronometresi: 1737'de İngiliz saat ustası John Harrison (1693-1776), çalışan bir deniz kronometresi icat etti. Bu cihaz, denizcilerin açık denizlerdeki boylamlarını doğru bir şekilde tespit etmelerine izin verdi, bu nedenle 18. yüzyılda uzun mesafeli deniz araştırmalarında kullanıldı.

Dijital fotoğraf makinesi: Steven Sasson (1950-) 1975 yılında ilk dijital kamerayı yarattı.

Dikiş Makinesi: Amerikalı mucit Elias Howe (1819-67), 1844 yılında ilk dikiş makinesinin patentini aldı. Dikiş makinesi, dikiş hızını artırdığı ve sonrasında evlerde yapılmasına izin verdiği için önemli bir buluştur.

Dinamit: 1866'da İsveçli kimyager Alfred Nobel (1833-1896) oldukça patlayıcı bir madde olan nitrogliserin üretmenin bir yolunu keşfetti. Nitrogliserin ve diğer kimyasalların bir karışımı olan dinamit, sadece savaşta değil, aynı zamanda madencilik ve inşaatta da yaygın olarak kullanılmaktadır.

Dizel motor: Alman otomotiv mühendisi Rudolf Diesel (1858-1913) 1893 yılında havayı sıkıştırarak yanmaya neden olan bir tür içten yanmalı motor icat etti. Dizel motorlar daha verimlidir ve benzinli motorlardan daha fazla güç verir.

DNA dizilimi: 1975 yılında İngiliz biyokimyacı Frederick Sanger (1918-), DNA'nın çift sarmallı molekülünü sıralamanın bir yolunu keşfetti. DNA'nın işleyişini anlamak için, molekül içindeki bazların sıralamasının belirlenmesi önemlidir.

DNA'nın yapısı: 1953'te iki Cambridge'li biliminsanı James Watson (1928-) ve Francis Crick (1916-2004), tüm canlı organizmaların genetik materyali olan DNA'nın yapısını deşifre etti. DNA yapısının anlaşılması, genetik ve biyolojide devrimin başlangıcı olarak görülebilir.

Doğum kontrol hapı: Meksika'da çalışan Carl Djerassi (1923-), Luis Miramontes (1925-2004) ve George Rosenkranz (1916-) 1951'de ilk oral kontraseptif ilacı sentezlediler. Ancak bu devrim niteliğindeki ilacın genel kullanım için onaylanması biraz zaman aldı; sonrasında başta ABD olmak üzere birçok ülkede hayli popüler hale geldi.

Dokuma tezgâhı: Mısırlılar ve Mezopotamyalılar, MÖ 3000 civarında bir çeşit kaba pamuk bezi örmek için basit bir tezgâh biçimini kullandılar.

Dolmakalem: İlk dolmakalem, 1884'te Amerikan sigorta komisyoncusu Lewis Waterman (1837-1901) tarafından yapıldı. Bu kalemlerin kullanımı çok kolaydı, nadiren kâğıda mürekkep akıtıyordu.

Düdüklü tencere: Fransız bir mühendis olan Denis Papin (1647-1712), 1679'da düdüklü tencerenin ilkel formu olan buhar kazanını icat etti. Buhar kazanı, başlangıçta yüksek basınçlı buhar kullanarak kemiklerin yağını atmak için kullanılıyordu. Kazanın tasarımı, daha sonra buhar motorunun tasarımında etkili oldu.

Toplama makinesi: 1888'de Amerikalı banka memuru William Burroughs (1857-1898), tekrarlayan hesaplamaların sıkıntısını azaltacak bir makine için patent aldı. Burroughs daha sonra elektrikli hesap makineleri ve ardından bilgisayar üretecek olan bir şirket kurdu.

El arabası: İnşaatlarda oldukça kullanışlı olan tek tekerlekli el arabası ilk kez MS 1. yüzyılda malzeme taşımak için kullanıldı.

Elektrik dinamosu: 1831'de Michael Faraday (1791-1867), elektromanyetizma kullanarak elektrik akımı üreten dinamoyu icat etti. Dinamo, mekanik güç kullanarak elektrik üretmeyi mümkün kıldı.

Elektrik motoru: İlk elektrik motoru İngiliz biliminsanı Michael Faraday (1791-1867) tarafından 1821'de yapıldı. Elektrik enerjisini mekanik enerjiye dönüştürmek için manyetizmayı kullanan elektrik motorunun tasarımı geliştirilip standart güç kaynağı olarak kullanılmaya başlandı.

Elektrik pili: İtalyan biliminsanı Alessandro Volta (1745-1827) 1800'de elektrik pilini icat etti. Pil terminalleri arasında elektrik voltajı üretmek için kimyasal etkileşimden faydalanıyordu. Gerilim birimi, Volta'nın anısına volt olarak isimlendirilmiştir.

Elektrikli telgraf: İlk ticari elektrikli telgraf 1837'de iki İngiliz biliminsanı William Cooke (1806-1879) ve Charles Wheatstone (1802-1875) tarafından patentlendi. Telgraf, yüzlerce kilometre boyunca neredeyse anında bilgi toplamak için kullanılabileceği için özellikle işletmeler açısından iletişimde devrim yarattı.

Elektroansefalograf (EEG): Alman fizyolog Hans Berger (1873-1941) beynin elektriksel aktivitesini kaydetmeye yarayan bir makine olan EEG'yi keşfetti. EEG sadece teşhis için değil aynı zamanda beynin işleyişini anlamak için de bir araştırma aracı olarak kullanılır.

Elektrokardiyografi (EKG / EKG): Hollandalı fizyoloji bilgini Willem Einthoven (1860-1927), 1903 yılında ilk pratik elektrokardiyografi aletini icat etti. Kalbin elektriksel aktivitesini kaydeden bu makine, kalp rahatsızlıklarının teşhisinde çok yararlıdır.

Ethernet: Robert Metcalfe (1946-) ve David Boggs 1973'te, 1980'lerde ve sonrasında bilgisayarların ağa bağlanması için baskın mod haline gelen bir bilgisayar ağ teknolojisi olan Ethernet'i keşfetti.

Eyer: Eyerin ilk formları orta Asya bölgesindeki MÖ 800 civarında ortaya çıktı. Eyer, atı insan taşımacılığı için daha kolay hale getirdi.

Fermente içecekler: Mezopotamya mühürlerinde, MÖ 2500 civarında fermente alkollü içecekler yapmak için hurma ve buğdayın mayalanmasının ilk temsilleri vardır.

Fotoğraf: 1826'da Fransız mucit Nicéphore Niépce (1765-1863), ilk kalıcı fotoğrafı kimyasal yollarla üretti. İş arkadaşı L. Daguerre, 1839 yılında daguerreotype tekniğini geliştirdi.

Fullerenler: 1985 yılında üç biliminsanı R. Curl (1933-), R. Smalley (1943-2005) ve H. Kroto (1939-) fulleren olarak adlandırılan yeni karbon formunu keşfetti. Fullerenler benzersiz özelliklere sahip, tamamen yeni bir alan olan karbon nanotüpleri ve karbon bucky küreleri dünyasını açtı.

Füzyon Bombası: 1952'de Macar asıllı Amerikalı fizikçi Edward Teller (1908-2003) ve Polonyalı matematikçi Stanislaw Ulam (1909-1984) ilk başarılı füzyon bombasını (diğer adıyla hidrojen bombasını) tasarladı.

Geiger sayacı: 1908'de Alman biliminsanı Hans Geiger (1882-1945) ve Yeni Zelandalı fizikçi Ernest Rutherford (1871-1937) radyoaktivite tespiti için bir sayaç geliştirdi. Geiger sayacı bugün de yaygın olarak kullanılmaktadır; nükleer endüstride çok yararlı bir cihaz olduğu kanıtlanmıştır.

Geometri: MÖ yaklaşık 300'lerde İskenderiyeli Eukleides, geometrinin esaslarını ortaya koyduğu bir teoremler koleksiyonu olan *Stoikheia*'yı yazdı. *Stoikheia*, matematiğin en etkili kitaplarından biri olarak değerlendirilir.

Gözlük: 9. yüzyılda İran'da düzeltici mercekler kullanılmış olsa da İtalyan Salvino D'Armate, MS 1284 yılında ilk gözlük camını üretti.

Gramofon: 1877'de Amerikalı mucit Thomas Alva Edison (1847-1931), ses kaydetme ve çalma için bir cihaz geliştirdi. Gramofon, başlangıçta teneke kutu silindirleri kullanarak çalışıyordu, ancak bunlar daha sonra düz kayıtlarla değiştirildi.

Gregoryen takvimi: 24 Şubat 1582'de Papa XIII. Gregorius (1502-85) mevsim ve takvim tarihleri arasındaki tutarsızlığı gidermek için yeni bir takvim düzenlediğini bildirdi. Bu düzenleme, birkaç gün bırakarak ve artık yıllar için kurallar koyarak yapıldı.

Harman makinesi: 1784 yılında İskoç mühendis Andrew Meikle (1719-1811) harman makinesini icat etti. Harman makinesi, tohumları sapı ve kabuğundan ayırmaya yarıyordu; işgücünü azalttığı için tarımda verimliliği önemli ölçüde artırdı.

Havalı Lastik: İskoç veteriner John Boyd Dunlop (1840-1921) 1888'de ilk havalı lastiği geliştirdi. Havalı lastik, ileride otomobil gelişiminde önemli bir rol oynadı.

Helikopter: Rotorlarla çalışan dikey kalkış ve iniş sistemi kullanan helikopter, 1939'da Rus-Amerikan havacılık mühendisi Igor Skorsky (1889-1972) tarafından icat edildi. Daha önce birkaç tasarım denenmiş olsa da Skorsky'nin tasarımı ilk başarılı ve pratik tasarımdı. Helikopterler, İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra sivil taşımacılık için yoğun bir şekilde kullanıldı.

Holografi: 1947'de Macar fizikçi Dennis Gabor (1900-79), nesnelerin üçboyutlu görüntüsünü üretmek için bir sistem icat etti. 1960'lı yıllarda lazerin icadına kadar hologramlar kolayca üretilemedi.

Hoverkraft: İngiliz mühendis Christopher Cockerel (1910-99) ilk olarak 1952'de hava yastığıyla taşıma ilkesini geliştirdi. Bu, hoverkraftın icat edilmesini sağladı.

Işık Yayan Diyot (LED): 1962'de Amerikalı biliminsanı Nick Holonyak Jr. ilk ışık yayan diyotu geliştirdi. LED'ler iletişim, ekran ve ayrıca elektronik devrelerde kullanılır.

İçten yanmalı motor: Alman Karl Benz (1844-1929), 1885'te dört zamanlı bir benzinli motorla çalışan ilk otomobili üretti. Benz, Daimler ve Maybach gibi diğer mühendisler daha sonra içten yanmalı motor teknolojisinde pek çok yeniliğe imza attılar.

İğ makinesi: 1764 yılında İngiliz bir marangoz olan James Hargreaves (1720-78) iğ makinesini icat etti. Bu basit makine, işçilerin aynı anda birçok makara üzerinde çalışmasına izin verdiği için tekstil endüstrisindeki işçilerin verimliliğini artırdı.

İnsülin: Kanadalı doktor Frederick Banting (1891-1941), 1920'de insan vücudundaki şeker metabolizmasında hayati bir rol oynayan insülini (domuzun pankreasından türetilmiştir) keşfetti. Banting'in keşfi diyabet tedavisinde insülinin kullanımına imkân verdi.

İnternet: Robert Kahn (1938-) ve Vinton Cerf (1943-) TCP/IP protokolünü 1983'te icat etti. Bu protokol veya kurallar dizisi, internet üzerinden bilgi iletmek için kullanılır.

İpek: İpeğe dair ilk izler MÖ 3000'lerde Çin'de bulunmuştur. İpek üretimi, yüzyıllar boyunca Çinlilerin tekelindeydi.

Jet motoru: İngiliz hava kuvvetleri mühendisi Frank Whittle (1907-96) 1932'de ilk jet motorunun patentini aldı. İlk jet motoru 1937'de Whittle tarafından yapıldı ancak jet motorunun uçakta güç kaynağı olarak pervanenin yerini alması uzun yıllar sürdü.

Kâğıt: Ağaç hamurundan yapılmış kâğıt, ilk olarak Çin'de MS 1. yüzyıl civarında kulanıma girdi. Bundan önce yazım için papirüs ve parşömen kullanılıyordu. Kâğıt, Antik Çin'in *dört büyük icadı*ndan biri olarak bilinir.

Kanalizasyon sistemleri: MÖ 2600 yıllarında, İndus Vadisi'nde bulunan Mohenco-daro ve Harappa şehirleri, konut bölgelerinden atıkları taşımak için yapay kanalizasyon sistemleri kullanıyordu.

Kanallar: MÖ 4.000'lerde Mezopotamyalılar, alanları sulamak için Dicle ve Fırat'ın suyunu kullanan ilk kanalları inşa ettiler.

Karbüratör: Havayı petrol ile karıştıran basit bir cihaz olan karbüratör, 1893'te Macar mühendis Donát Bánki (1859-1922) tarafından icat edildi. Karbüratör, yanma için gerekli bir yakıt-hava karışımı oluşturmak için kolay bir yöntem sunduğundan otomobillerin gelişmesine çok yardımcı oldu.

Katı yakıtlı roketler: 9. yüzyılda Çinli simyacılar, kimyasalların bir kombinasyonunun okları itmek için kullanılabilecek siyah bir toz verdiğini keşfettiler. Bundan sonra, ilk katı yakıtlı roketler, Çinlilerle Moğollar arasındaki savaşta kullanıldı.

Kibrit: 1827'de İngiliz kimyager John Walker (1781-1859), antimon sülfit, potasyum klorat, nişasta ve zamk karışımının, pürüzlü bir yüzeye sürtülmesiyle tutuşabilen bir sürtünme kibriti yapmak için kullanılabileceğini keşfetti.

Kinetoskop ve kinetograf: 1893 yılında Thomas Alva Edison (1847-1931), hareketli görüntüleri çekip izlemek için iki buluşa öncülük etti. Sonraki yıllarda birçok gelişme kaydeden bu buluşlar, film endüstrisinin doğmasına yol açtı.

Kişisel Bilgisayar: 1972'de Xerox PARC ilk kişisel bilgisayarı Xerox Alto'yu geliştirdi. Bu özel buluş ticarileştirilemedi. Yaygın olarak kullanılan ilk kişisel bilgisayar IBM PC idi.

Klima: İlk elektrikli klima, 1902'de Amerikalı mühendis Willis Carrier (1876-1950) tarafından icat edildi. Sıcaklık ve nemi kontrol eden bu makine başlangıçta sıcaklık ve nem kontrolünün önemli olduğu fabrikalarda kullanıldı. Ardından, klimaların kullanımı ev ve ticari kuruluşlarda giderek yaygınlaştı.

Koklear implant: Amerikalı hekim William House (1923-2012) ilk koklear implantı 1961'de yaptı. Bu elektronik cihaz, işitme engellilerin daha iyi duyabilmesini sağlamak için kulak içine yerleştiriliyor.

Kombine hasat makinesi: Ekinleri hasat etme ve harmanlama işlerini birleştiren bir makine, 1834'te Amerikan mucit Hiram Moore (1798-1838) tarafından icat edildi. Hasat makinesi, özellikle işgücünün kısıtlı olduğu Kuzey Amerika'nın büyük çiftliklerinde son derece faydalı oldu. İlk hasat makineleri hayvan gücüyle çalışıyordu, daha sonra buhar gücü ve içten yanmalı motorla çalışan hasat makineleri geliştirildi.

Kompakt disk: 1965'te James Russell (1931-) tarafından icat edilen kompakt disk 1982'de Phillips Consumer Electronics'te piyasaya sürüldüğünde popüler oldu. Kompakt disk çok daha yüksek bir doğruluk sağladı; müzik endüstrisindeki manyetik bantların yerini aldı.

Krank mili: Müslüman âlim Cezeri (1136-1206), MS 12. yüzyılda krank milini icat etti. Krank milinin önemi buhar gücü çağında anlaşıldı.

Küresel Konumlandırma Sistemi (GPS): 1995 yılında ABD Savunma Bakanlığı, küresel ve uydu tabanlı bir navigasyon sistemi olan Global Positioning System'ı [Küresel Konumlandırma Sistemi] başlattı. Dünyanın herhangi bir yerindeki konumun doğru bir şekilde belirlenmesini sağlayan GPS, günümüzde sivil alanda da kullanılmakta.

Lazer: Amerikan fizikçi Theodore Maiman (1927-2007) 1960 yılında ilk çalışan lazeri (uyarılmış ışıma yoluyla ışık yükseltimi) üretti. Lazerler iletişim, ölçüm ve tüketici elektroniği gibi çeşitli alanlarda geniş kullanım bulmaktadır.

Likit yakıtlı roket: 1913'te Amerikan uzay bilimcisi Robert H. Goddard (1882-1945), benzin ve nitro-oksit karışımı bir likit yakıt kullanan roketin patentini aldı. Likit yakıtlı roket, roket biliminde önemli bir adımdı.

Litografi: Metni veya sanatı kâğıt üzerine basmak için kullanılan bir teknik olan litografi, Alman yazar Alois Senefelder (1771-1834) tarafından 1796'da icat edildi. Litografi esas olarak çip ve diğer cihazların üretiminde kullanılan rafine bir kimyasal tekniktir.

Logaritma: İngiliz bir matematikçi olan John Napier (1550-1617), 17. yüzyılın başlarında logaritmayı icat etti. Logaritma, karmaşık hesaplamaları gerçekleştirmede son derece yararlıydı; hesap makineleri ve bilgisayarların ortaya çıkışına kadar kapsamlı olarak kullanılmaya devam edildi.

Madenci Feneri: 1815 yılında Sör Humphry Davy (1778-1829) madenciler tarafından kömür madenlerinde kullanılan lambaya bir değişiklik getirdi. Madenlerdeki yanıcı gazlar lamba nedeniyle ateş aldığından eski lambalar, madenlerde çok sayıda patlamaya neden oluyordu. Davy'nin yeni tasarımı, lambayı çok daha güvenli hale getirdi ve muhtemel kazaların önüne geçti.

Manyetik pusula: 11. yüzyılda Çinli bir mühendis olan Shen Gua (MS 1031-1095), ilk manyetik pusulayı yapmak için suda yüzen mıknatıslanmış bir iğne kullandı. Pusula navigasyonda devrim yarattı.

Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRI): 1971'de Amerikalı biliminsanı Raymond Damadian (1936-), insan vücudunun ayrıntılı görüntülerini elde etmek için kullanılabilen ilk manyetik rezonans görüntüleme cihazını geliştirdi.

Maser: Maser, 1953'te Amerikalı fizikçi Charles Townes (1915-) tarafından keşfedildi. Maser son derece tutarlı bir ışın üretti, daha sonra lazerin gelişmesine yol açtı.

Matbaa ve hareketli baskı: Alman kuyumcu Johannes Gutenberg (1400-68 reklam), 15. yüzyılda ilk hareketli baskıyı ve matbaayı keşfetti. Basım makinesinin icadı devrimsel etkilere sahipti; Protestanlığın yükselişinde de önemli bir rol oynadı.

Mekanik dokuma tezgâhı: İngiliz bir din adamı olan Edmund Cartwright (1743-1823), 1784 yılında mekanik dokuma tezgâhını icat etti. Bu tezgâh, Sanayi Devrimi'nin temel icadıydı, başlangıçta güç kaynağı olarak su kullandı. Buharlı motorların gelişiyle birlikte, buharlı tezgâhlar İngiltere'deki tekstil endüstrisinin temel dayanak noktası oldu.

Mikrodalga fırın: Amerikalı mühendis Percy Spenser (1894-1970) yanlışlıkla mikrodalgaların 1945'te pişirme için kullanılabileceğini keşfetti. 1946'da mikrodalga fırının patent aldı ancak 1980'li yıllara kadar mikrodalga fırınlar popüler olabilecek kadar ucuz ve taşınabilir bir şekilde üretilemedi.

Mikrofon: 1876'da Thomas Alva Edison (1847-1931) karbon mikrofonu icat etti. Mikrofon daha önce icat edilmiş olsa da karbon mikrofonlar, düşük maliyetli olduklarından ve yüksek verim sağladıklarından kısa sürede iletişimde yaygınlaştı.

Mikroişlemci: 1971 yılında Amerikalı Texas Instruments şirketi, dijital elektronik kullanan ve modern bilgisayarların kalbini oluşturan programlanabilir elektronik bir bileşen olan mikroişlemcinin patentini aldı.

Mikroskop: Mikroskop, 17. yüzyılın ilk yıllarında keşfedildi. Son derece küçük şeyleri büyütmek için belirli bir kombinasyonda iki lens kullanan ilk kişinin kim olduğu bilinmese de genellikle bu kullanım Hans Lippershey'e (1570-1619) atfedilir.

Mors kodu: Amerikalı ressam Samuel Morse (1791-1872), tek telli telgrafın öncülüğünü yaptı ve 1836'da telgrafta kullanılmak üzere bir kod geliştirdi. Bu kod, iletişimde standart haline geldi ve dünya çapında kullanıldı.

Mozaic Web Tarayıcısı: 1993'te Marc Andreessen (1971-) Mosaic adlı ilk tarayıcıyı geliştirdi. Mozaic kullanıcıya World Wide Web'i kolayca kullanmasına izin verdi ve ciddi bir şekilde büyüdü.

Mühür: MÖ yaklaşık 4000'lerde Mezopotamya'da, geometrik sembollerin mührünü çıkarmak için taşlar kesiliyor ya da kilden kalıplar üretiliyordu. İlk mühürler malların sahibinin anlaşılması için kullanılıyordu.

Nükleer reaktör: 1942'de ilk kontrollü nükleer reaksiyon, nükleer silah yapmak için Manhattan Projesi kapsamında İtalyan fizikçi Enrico Fermi (1901-1954) tarafından gerçekleştirildi. Kontrollü reaksiyon, nükleer reaktörün önemli bir parçasıdır.

Nükleer silahlar: Manhattan Projesi 1945 yılında iki nükleer silah üretti. Nükleer fisyona dayalı olan bu silahlar Japonya'ya bırakıldı ve tarihte insanlar tarafından kullanılan en ölümcül silah oldukları ortaya çıktı.

Paket anahtarlama: 1962'de Amerikan mühendis Paul Baran (1926-2011) paket anahtarlama tekniğini önerdi. Veri paketlerinin bir ağdaki düğümler arasında taşındığı bu teknik internette kullanılır.

Paratoner: Amerikalı devlet adamı ve biliminsanı Benjamin Franklin (1706-1790), yıldırım çubuğunu 1752'de icat etti. Franklin daha önce atmosferik elektrikle deney yapmış, yıldırımın elektriksel bir kıvılcım olduğunu göstermişti.

Paslanmaz çelik: 1913'te İngiliz çelik üreticisi Harry Brearley (1871-1948), paslanmaz çelik üretme sürecini keşfetti. Bu işlemde çeliği paslanmaya karşı dayanıklı hale getirmek için içine krom ekleniyordu. Paslanmaz çelik, benzersiz özelliklerinden dolayı silah, kesici alet ve makine yapımında kullanılmıştır.

Pastörizasyon: Sıvıları ısıtarak sterilize etme işlemi ilk olarak 1862'de Fransız kimyager Louis Pasteur (1822-95) tarafından keşfedildi. Isıl işlem, tüm bakterileri öldürmez, ancak gıdanın tadını değiştirmeden sayılarını önemli ölçüde azaltır. Bu yöntem günümüzde de sıklıkla, özellikle sütte, kullanılmaktadır.

Penisilin: 1928'de İngiliz mikrobiyolog Sör Alexander Fleming (1881-1955) kazara belirli bir mantar çeşidinin bakteri öldürme özelliğine sahip olduğunu keşfetti. Antibiyotiklerin keşfi, özellikle İkinci Dünya Savaşı sırasında milyonlarca insanın hayatını kurtardı.

Plastik cerrahi: Hintli bir cerrah olan Suşruta, MÖ 6. yüzyılda estetik ameliyatlar yapıyordu. Ayrıca cerrahi prosedürleri ayrıntılı olarak anlattığı, *Samhita* isimli bir kitap yazdı.

Polaroid Kamera: Amerikalı biliminsanı Edwin Land (1909-1994), 1947'de kendi filmini üreten bir kamera geliştirdi. Land firmasının polaroid kamera adını verdiği bu kamera, anlık fotoğraflar ürettiği için çok popüler oldu.

Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR): 1983 yılında, Amerikalı bir biyokimyacı olan Kary Mullis (1944-), Polimeraz Zincir Reaksiyonu'nu keşfetti. Bu teknik, küçük bir DNA parçasının çoğaltılmasını, dolayısıyla DNA'nın analizini ve manipülasyonunu mümkün kıldı. Şu anda biyoteknolojide yaygın olarak kullanılmaktadır.

Radyo teleskobu: Radyo teleskopu 1930'da Amerikalı bir radyo mühendisi olan Karl Jansky (1905-50) tarafından keşfedildi. Daha sonra astronomi için paha biçilemez bir araç anlaşıldı.

Radyo: 1893'te, Sırp mucit Nikola Tesla (1856-1943) Heinrich Hertz'in çalışmalarını ilerleterek ilk telsiz iletimi veya radyo iletişimini gerçekleştirdi. Diğerleri radyonun gelişimi üzerinde çalışıyor olsalar da Tesla, bir radyo sisteminin tüm unsurlarını cihazına dahil etti.

Rekombinant DNA: Amerikalı bir biyokimyager olan Paul Berg (1926-) ilk olarak 1972'de iki DNA parçasını birleştirerek rekombinant DNA'yı üretti. Rekombinant DNA teknikleri biyoteknolojinin önünü açtı.

Saban: Saban demiri ve taban, MÖ 3000 civarında Mezopotamya'da boynuzlu hayvanlar tarafından çekilmek üzere tek bir parça halinde bir araya getirildi.

Sarkaç saati: 1656'da Hollandalı biliminsanı Christiaan Huygens (1629-95) sarkaç saatini icat etti. Sarkaç saati 20. yüzyıla kadar zamanı belirlemenin en doğru yoluydu.

Sekstant: Gökyüzündeki nesnelerin yüksekliğini ölçen bir alet olan sekstant, 1730'da İngiliz matematikçi John Hadley (1682-1744) tarafından icat edildi. Sekstant, enlemin doğru bir şekilde belirlenmesini sağlaması açısından gezginler için paha biçilmez bir ekipmandı.

Sıcak hava balonu: İnsanoğlunun uçabilmesini sağlayan ilk makine, 1783'te Fransız kardeşler Joseph (1740-1810) ve Jacques (1745-99) Montgolfier tarafından icat edilen sıcak hava balonuydu.

Sıvı Kristal Ekran (LCD): 1970 yılında İsviçreli şirket Hoffman-LaRoche, sıvı kristallerde nematik etkinin patentini aldı ve sıvı kristal ekranlar (LCD'ler) üretilmesi için bu teknolojinin lisansını vermeye başladı. LCD'ler kol saatleri ve oyun konsolları gibi birçok tüketici elektroniğinde standart bir ekran haline geldi.

Sonar: Sualtı yankı ölçümü için ilk patent, 1912'de İngiliz meteorolog Lewis Richardson'a (1881-1953) verildi. Sonar ismiyle bilinen bu alet, denizaltıların navigasyonu için çok yararlıdır.

Stetoskop: 1816'da Fransız doktor René Laennec (1781-1826), insan vücudunun iç seslerini dinlemek için basit bir akustik cihaz olan stetoskopu icat etti. Stetoskop, işitme trompetinin yerini alarak tıp pratisyenleri için önemli bir cihaz haline geldi.

Sürgülü cetvel: Cambridge'li matematikçi William Oughtred (1575-1660), 1630'da ilk sürgülü cetveli keşfetti. Aritmetik hesaplamaların çabucak yapılmasına izin veren bu alet, mühendisler ve biliminsanları için vazgeçilmez bir araç oldu.

Şarapnel: 1784 yılında İngiliz topçu subayı Henry Shrapnel (1761-1842), dökme demirden içi küçük mermi ve barutla dolu fünyeli küre bir silah geliştirdi. Fünye, kürenin hedefin yakınında patlamasını sağlıyor, bu sayede silahın gücü artıyordu.

Tabancalar: İlk tabanca 1288'de Çin'de kullanıldı.

Tablolama programı: Dan Bricklin (1951-), ilk tablolama programı VisiCalc'ı 1978 yılında oluşturdu. Bu program, işletmelerde bilgisayar kullanımının yaygınlaşmasını sağladı.

Tahta baskı kalıbı: Çin, MÖ 9. yüzyılda tahta kalıbı icat etti. Bu icat Buda öğretilerini *Elmas Sutra*'da yeniden üretmek için kullanıldı. 10. yüzyılda, ilk seramik hareketli baskı kalıbı da Çin'de geliştirildi.

Taramalı tünelleme mikroskopu: 1981'de G. Binnig (1947-) ve H. Rohrer (1933-) taramalı tünelleme mikroskopunu icat etti. Bu alet submikroskobik düzeyde görüntü üretebildiği için malzemelerin yapısını ve nanoteknolojiyi anlamada son derecede faydalıdır.

Tekerlek: MÖ 3500 civarında, bir tekerleğin ilk tasvirleri Mezopotamya seramiklerinde görülür. En eski tekerlek ahşaptan yapılmıştı ve üç parçadan oluşuyordu.

Telefon: Tarihteki en değerli patent, 1876'da İskoç asıllı Amerikalı mucit Alexander Graham Bell'e (1847-1922) aittir. Telefon, sonraki yüzyılın en önemli iletişim cihazı haline geldi.

Teleskop: 1608'de, Hollandalı gözlükçü Hans Lippershey (1570-1619), bir tüp içerisinde iki lens kullanarak ilk teleskopu yaptı. Lippershey'in tasarımı, gökyüzünü görüntülemek için teleskopu ilk kez kullanan İtalyan biliminsanı Galileo tarafından geliştirildi.

Televizyon: 1925'te İskoç mucit John Logie Baird (1888-1946), ilk çalışan televizyon sistemini oluşturarak belli bir mesafeden görsel iletilebileceğini gösterdi. Televizyon, ilerleyen yıllarda eğlence endüstrisinde devrim yarattı.

Telsiz: 1926'da büyük bir film stüdyosu olan Warner Brothers sinemada vitaphone sistemini kullanmaya başladı. Bu sistem, kaydedilmiş ses efektleri ve müziklerin film üzerine eklenmesini ve hareketli görüntülere ses iletiminin yapılmasını sağlıyordu.

Tohumeker: Her ne kadar ilkel tohumekerler uzun süre kullanıldıysa da 1701'de modern tohumekeri icat eden İngiliz tarımcı Jethro Tull (1674-1741) idi. Tohumeker, verimliliği artırdığı ve ekim için gerekli işgücünü azalttığı için Sanayi Devrimi döneminde tarımda önemli bir gelişmeydi.

Toplar: 11. yüzyılda Çinliler daha sonra dökme demir borularla değiştirilen bambu borularını kurşun saçması atmak için kullandılar. Bu prensip, barut ve toplarla dolu ağır metalleri fırlatırken kullanıldı.

Traktör: İlk benzinli traktör, 1892'de Amerikalı mucit John Froelich (1849-1933) tarafından icat edildi. Bundan önce, çok kullanışlı olmayan buharlı makineler kullanılıyordu. Traktör çiftçilikte yaygın olarak kullanılmaya devam eden çok yönlü bir tarımsal makinedir.

Transistor: 1947'de Bell Laboratuvarları'nda üç biliminsanı, William Shockley (1910-89), John Bardeen (1908-91) ve Walter Brattain (1902-87) elektronikte devrim yaratan transistorü keşfetti.

Triyot: Amerikalı mucit Lee de Forest (1873-1961), diyotu, içine bir ızgara yerleştirerek modifiye etti ve 1907'de triyotu icat etti. Elektrik sinyallerini yükseltmek için kullanılabilen triyot, radyo teknolojisinde çokça kullanıldı.

Tungsten telli ampul: 1906'da Hırvat Franjo Hannaman (1878-1941), akkor ampuller için tungsten filamanı icat etti. Tungsten filamanlar uzun ömürlüdür ve cam ampulün kararmasına neden olmaz.

Tükenmez kalem: 1938'de Macar bir gazeteci olan Lazlo Biro (1899-1985), kartuştan mürekkep almak için ucunda bir merdane mekanizması kullanan ilk tükenmez kalemin patentini aldı. Tükenmez kalem, pratikliği ve mürekkep damlatmaması nedeniyle kısa bir süre içinde dolmakalemin yerini aldı.

Tümleşik Devre: 1959'da Amerikalı mühendis Jack Kilby (1923-2005), bir germanyum plaka üzerinde bütün bir elektronik devre geliştirme patenti aldı. Tümleşik devre adı verilen bu icat, minyatür elektronik ürünlerin ortaya çıkmasını sağladı; günümüzde de yaygın olarak kullanılmaktadır.

Uçak: Wright kardeşler, Orville (1871-1948) ve Wilbur (1867-1912), 1903'te ilk hava tahrikli, havadan ağır makineyi sergiledi.

Usturlab: Hipparkhos (MÖ 190-120) astronomik hesaplamalarda ve navigasyonda çok kullanışlı olan usturlabı icat etti. Usturlab çeşitli değişiklikler yapılarak yüzyıllar boyunca kullanılmaya devam etti.

Üzengi: Üzengi, Çin'de MS 4. yüzyılda keşfedilmeden önce buna benzer pek çok alet kullanılıyordu. Savaş esnasında sürücünün ellerini kullanmasına imkân vermesi açısından oldukça önemli bir aletti.

Vakum pompası: Bir Alman biliminsanı ve mühendis olan Otto von Guericke (1602-86), 1650'de vakum pompasını icat etti. Vakum pompası daha sonra geliştirildi ve Sanayi Devrimi'nde önemli bir rol oynadı.

Vakum tüp diyot: 1904'te İngiliz mühendis John Fleming (1849-1945) vakum tüp diyotunu icat etti. Bu cihaz sadece bir yönde akıma izin veriyordu; elektronik cihazların geliştirilmesi için anahtar oldu.

Video kaset kaydedici (VCR): 1956'da Ampex Inc, manyetik bir kaset üzerinde hareketi işlemeyi sağlayan ilk video kaset kaydediciyi tanıttı.

Vulkanize kauçuk: Amerikalı mucit Charles Goodyear (1800-60) 1839'da kauçuğun vulkanizasyonunu keşfetti. Yüksek ısıda kauçuğa kükürt ekleme sürecini kapsayan bu işlem kauçuğu kimyasallara dayanıklı, daha sert bir hale getirdi.

World Wide Web: İngiliz bilgisayar bilimcisi Tim Berners-Lee (1955-), 1990'da World Wide Web'i geliştirdi. Web, son yıllarda hızla büyüyerek bilgi yayılımında devrim yarattı.

X-ray: 1895'te Alman fizikçi Wilhelm Conrad Röntgen (1845-1923) karısının elinin ilk x ışını fotoğrafını çekti. X ışınları tanılamada ve malzeme biliminde malzeme kusurlarının analizinde kullanılır.

Yapay uydu: İlk uydu Sputnik I, 1957'de Sovyetler Birliği tarafından fırlatıldı; böylece uzayı insanlara açtı.

Yazı: MÖ 3500 yıllarında Sümerler ilk önce ıslak kil üzerine piktogramlar çizdiler, bu ıslak kil daha sonra kalıcı bir kayıt elde etmek için kurutuldu. Yazının icadına sebep olan şey muhtemelen mal hesaplarını muhafaza etme ihtiyacıydı.

Yeldeğirmeni: Yeldeğirmeni ilk kez MS 7. yüzyılda İran'da su kaldırmak ve buğday öğütmek için kullanıldı.

Yerkürenin Çevresi: Bir Yunan matematikçisi olan Eratosthenes (MÖ 276-194), güneşin iki ayrı yerdeki yüksekliğini ölçerek yeryüzünün çevresini hesaplama yöntemini keşfetti. Ölçümü %84 doğruydu.

Yüzdürme: Arkhimedes (MÖ 287-212) yüzdürme ve kaldırma kuvveti kanunlarını keşfetti.

Zeplin: İlk rijit hava taşıtı olan zeplin, 1900'de Ferdinand von Zeppelin (1838-1917) tarafından yapıldı. Zeplinler yerini uçaklara bırakmadan önce yıllarca sivil ve askeri amaçlarla kullanıldı.

DİZİN

abaküs 32, 101, 146
Abbasiler 17
ABD Patent Ofisi 148
Acheuleen 7, 8
Adoration of the Magi 54
Afyon Savaşları 65
ahşap kalıp baskı 40
AIDS 107, 151
Aiken, Howard 101
Akad Hanedanlığı 17
Akropolis 25
akupunktur 32
Aldrin, Edwin 106, 111
Alfonso VI 37
Allen, Paul 127
Altair 127
altın 14, 24, 28, 35, 86
alüminyum 95, 114, 132
Amerika Uzay Yarışması 144
Amerikan Bağımsızlık Savaşı 64, 65
Amerikan Skylab 112
Ampex Inc 167
Anaksimandros 26
Andreessen, Marc 165
anestezi 85
antibiyotik 98, 99, 102, 115, 166
Antik Çin 32, 164
antik nehir uygarlıkları 11
antiseptik 31, 70, 85, 91, 98
Antoinette, Marie 65
Apollo 106, 109-113
Apollo programı 109
Apple III 127
Apple makinesi 127
Aquino'lu Tommaso 47, 50
Arap rakamları 37
arbalet 29, 32, 55, 162
Aristoteles 27, 28, 47, 51
ark lambası 162
Arkhimedes 27, 28, 167
Arkhimedes pençesi 27
Arkwright, Richard 71, 72
Armstrong, Neil 106, 107, 109, 111
Arpanet 107, 128
Aryabhata 34
asansör freni 162
Asimov, Isaac 156
aşılama 84, 91, 115, 162
asma köprüler 44, 162
Aspidin, Joseph 70, 78
astronot 106, 110, 111, 113, 135
Asurlular dönemi 17
Asurnasirpal 15
at arabası 21, 22, 36, 42, 162
AT&T 82, 124, 158
ateş 7, 8, 11-13, 18, 35
ateşli silahlar 37, 41, 55, 60, 162
Atina Okulu 28
atkı mekiği 71
atlas 57
atom 86, 87, 95, 96, 129, 162
atom bombası 87, 92, 95, 96, 103-106, 119, 124, 131, 155
atom saati 162
atom teorisi 86
Atoms for Peace programı 119
Autocode 125
avro 135
Avrupa Birliği 135
Ayasofya 30
aynalı teleskop 61, 62
Ayurveda 35
Aztek 18, 37, 43, 53, 60
Aztek takvim taşı 37

Babbage 70, 72, 101
Babür 51, 64
Bacon, Roger 47
Baekeland, Leo 94, 162
Baird, John Logie 167
bakalit 94, 162
bakır 7, 13-15, 17-19, 21, 23, 24, 34-36, 43, 53, 69, 95, 162
Bakken, Earl 116
Baldwin, Casey 76
balistik füze 97, 119, 120
Bánki, Donát 164
Banting, Frederick 99, 164
Baran, Paul 166
Bardeen, John 100, 167
barkod tarama 107, 153
barometre 51, 62
barut 32, 41, 46, 47, 74, 104, 134, 162, 166, 167
BASIC 107
başlangıç meridyeni 65
Basov, Nikolai G. 129
Batrucî, Nureddin 31
Beau de Rochas, Alphonse 74, 76
Becquerel, Antoine Henri 87
Becquerel, Edmond 139
Bell Laboratuvarları 100, 120, 122-124, 126, 139, 158, 167
Bell Telefon Laboratuvarları 158
Bell, Alexander Graham 70, 76, 81, 89, 90, 167
Béne'li Amaury 48
Benedictus XVI 135
Benz, Karl 75, 76, 164
Berg, Paul 114, 166
Berger, Hans 163
Berger, Horst 99
Berlin Duvarı 107, 119
Berners-Lee, Tim 128, 167
Bessemer işlemi 70, 77, 162
Bessemer, Henry 70, 77, 162
bilgisayar faresi 162
Binnig, Gerd 166
bira yapımı 23
Birinci Dünya Savaşı 65, 68, 76, 86, 91, 92, 95, 96, 98, 102
Birinci Haçlı Seferi 46
Birleşme Yasaları 64, 65
Biro, Lazlo 79, 167
Biyolojinin Merkez Dogması 114
Bizans İmparatorluğu 17, 30, 46, 51
Blair, Tony 135
blastosist 150
Boggs, David 163
Bohr, Niels 102
Bolívar, Simón 65
Bologna Üniversitesi 50
Bonaparte Napoléon 65
Booth, Hubert 70
Borlaug, Norman 115
Boston Çay Partisi 65
Boulton, Matthew 69, 88
Boyle, Robert 69
Bradbury, Ray 156
Braille 70, 162
Braille, Louis 70, 162
Brattain, Walter 100, 167
Braun, Karl Ferdinand 90
Brearley, Harry 166
Bréguet Kardeşler 76
Brejnev, Leonid 107
Bricklin, Dan 127, 166
bronz 14, 16-19, 23-25, 34, 36, 41, 44, 162
Bronz Devri 16, 17, 19, 24, 25, 32
Brown, Gordon 135

BT 117, 162
Budizm 36, 49
buhar makinesi 69, 71, 74, 76, 88, 95, 104, 105, 146, 162
buhar türbini 29, 95
Buna S 95
Burroughs (şirket) 125
Burroughs, Edgar Rice 155
Burroughs, William 163
Bush, George 135
Bush, Vannevar 101
Buzul Çağı 7
Büyük Bölünme 37, 52
Büyük Britanya 64, 65
Büyük Buhran 91, 92, 106, 131
Büyük Diktatör 100
Büyük Friedrich 64, 65
Büyük İskender 17, 28

Cabir bin Hayyan 31
Cabral, Pedro 58
Calvino, Italo 156
Cambridge Üniversitesi 50, 87
Carnot, Sadi 74
Carrier, Willis 165
Cartier, Jacques 59
Cartwright, Edmund 70, 72, 165
Cassini-Huygens uzay aracı 135
Caz Muganisi 100
CCD 122
CD-ROM 107, 127
cebir 31, 46
Cengiz Han 37, 40
cep saati 61, 162
cep telefonu 107, 122
Cerf, Vinton 128, 164
CERN 128
Cevan, Ali 129
Cezeri 39, 40, 146, 147, 165
Chain, Ernst 99
Challenger 107
Chaplin, Charlie 100
Charlemagne 45
Clarke, Arthur C. 156
Claude, Georges 70, 84
Cockerel, Christopher 107, 113, 164
Collins, Michael 111
Colossus 102
Colt, Samuel 162
Colt revolver 162
Columbia 83
Comon çömleği 36
Comon dönemi 11, 36
Concorde 113
Cooke, William 80, 163
Cormack, Allan 117
Cortés, Hernán 51
Crick, Francis 107, 114, 163
Curie, Marie 86, 87
Curie, Pierre 87
Curl, Robert 164
Cuzco 44
czochralski işlemi 139

Çan-Beaker Kap 13
Çernobil 107, 118, 119, 142
çırçır makinesi 70-72, 163
çiçek aşısı 70, 84, 162
Çin ay-gün takvimi 41
çivi yazısı 16, 17
Çolalar 37
çömlek tezgâhı 20, 25, 26

D'Armate, Salvino 164
da Gama, Vasco 51, 58
da Vinci, Leonardo 47, 54, 55, 62, 96, 97
Daguerre, Louis Jacques Mandé 80, 164
daguerreotype 80, 164
Daimler, Gottlieb 70, 75, 76
daktilo 70, 79, 163
Dalay Lama 107
Dalton, John 86
Damadian, Raymond 107, 117, 165
Darby, Abraham 77
DARPA 128
Davy, Humphry 70, 78, 88, 162, 165
DDT 93
de Fermat, Pierre 60
de Forest, Lee 70, 82, 167
De Materia Medica 30
De revolutionibus orbium coelestium libri VI 55
Deep Impact 135
Deere, John 67, 70, 163
demir 14, 17, 18, 23-25, 33, 35, 36, 41-43, 53, 67, 77, 78, 94, 163
Demir Devri 16, 23
denizaltılar 55, 75, 143, 155, 166
Descartes, René 51, 56, 60, 63, 66
Diesel, Rudolf 75, 163
diferansiyel çözümleyici 101
diferansiyel dişlileri 55
dijital kamera 122, 163
dinamit 70, 78, 79, 163
Dioskorides 30, 31
dizel motor 75, 142, 143, 163
Djerassi, Carl 163
DNA 107, 114, 115, 157, 163, 166
DNA dizilimi 115, 163
doğum kontrol hapı 163
dokuma tezgâhı 23, 36, 70, 71, 72, 125, 163, 165
Dolby, Ray 121
Dolly 107, 114, 115
dolmakalem 70, 79, 163, 167
dört çekirdekli işlemci 149
DOS 127
Dotaku çanı 36
Dunlop, John Boyd 70, 75, 76, 164
Dünya Zirvesi 133
DuPont 93
düdüklü tencere 163
DVD 107, 122, 123, 129, 149

Eastman Kodak 122
Eastman, George 70, 80
Ebu Bekir, Muhammed bin 38
Ebu'l-Kasım Zehravi 31
Ebubekir Razi 31
Edison Electric Light Company 89
Edison, Thomas Alva 70, 81, 83, 84, 89, 90, 92, 158, 162, 164, 165
Einstein, Albert 87, 91, 102, 103, 129
Einstein'ın İzafiyet Teorisi 87, 92, 102
Einthoven, Willem 163
Ekber 51
ekmek yapımı 17, 23
el arabası 163
el baltası 7, 8, 24
El-Bîrûnî, Ebu Reyhan Muhammed bin Ahmed 38
el-Harizmi, Muhammed bin Musa 31
El-Kanun fi't-Tıb 37
elektrik 80-84, 86, 88, 89, 91, 94, 95, 99, 118, 138-140, 162, 163, 165-167
elektrik dinamosu 83, 163
elektrik gücü 95, 142, 143
elektrik İndükleçi 83
elektrik motoru 70, 82, 83, 88, 163
elektrik pili 82, 163
elektroansefalograf 99, 163
elektrokardiyografi 163
elektromanyetik indüksiyon 83, 88
elektron 87, 100, 158
elektronik devrim 120, 121, 130
Ellehammer, Jacob Christian 97
Elmas Sutra 32, 33, 166
embriyonik kök hücre 150
Emerson, Ralph Waldo 131
Empire State Binası 92
Engelbart, Douglas 162
Engels, Friedrich 65
ENIAC 101, 102, 124, 162
enkandesan ampul 83, 84, 89
Eratosthenes 27, 28, 167
Eriha 7
es-Sufî, Abdurrahman 31

ESA 144
Eski Babil dönemi 17
Eski Sorbonne 48
estetik ameliyat 35, 166
Ethernet 107, 127, 158, 163
Eukleides 27, 38, 164
Evrengzib 64
Explorer 109
eyer 164

Fahrenheit, Daniel Gabriel 70, 86, 162
Faraday, Michael 70, 82, 83, 87-89, 163
Fenikeliler 30, 36
Fergani 31
fermente içecekler 23, 164
Fermi, Enrico 96, 103, 166
fiber optik 90, 107, 123, 129
Fleming, Alexander 98, 99, 166
Fleming, John 70, 81, 167
Florey, Howard 99
fluyt 59
Ford montaj bandı 64, 93
Ford T Model 64
Ford, Henry 76, 93, 96
Forster, Peter 142
FORTRAN 107, 125
fotoelektrik 158
fotoelektrik etki 87
fotoğrafçılık 80, 122
Fox, Vincent 135
Franklin, Benjamin 66, 70, 82, 166
Fransız İhtilali 64, 65, 72
Franz Ferdinand (Avusturya Arşidükü) 65
Frisch, Otto 103
Froelich, John 167
Fuller, Richard Buckminster 118
Fulleren 118, 164
Fulton, Robert 73, 76
Funk, Kazimierz 99

Gabor, Dennis 164
Gagarin, Yuri 107, 109, 111, 113
Galilei, Galileo 51, 56, 57, 63, 65, 167
Galvani, Luigi 82
Gascoigne, William 62
Gates, Bill 127
Gazneli Mahmud 37
Geiger sayacı 164
Geiger, Hans 164
Gelişmiş Mobil Telefon Servisi 123
gen tedavisi 151
General Motors 142
genetiği değiştirilmiş 115, 136-138
genetiği değiştirilmiş organizma 115
Gernsback, Hugo 155
Gilbert, William 82
Ginsburg, Charles 121
glasnost 107
Glennie, Alick E. 125
Global Climate Coalition 133
Goddard, Robert 92, 97, 98, 165
Goodyear, Charles 70, 76, 79, 167
görüntülü telefon 124
gözlük 47, 164
GPS 165
Grafiksel Kullanıcı Arayüzü 126, 127
gramofon 70, 81, 89, 99, 121, 122, 158, 164
Great Eastern 76
Greatbach, Wilson 107
Greenwich gözlemevi 65
Gregorius XIII 51, 60, 164
Gregoryen takvimi 51, 60, 164
Gupta İmparatorluğu 34
Gutenberg Kitabı Mukaddesi 51, 53
Gutenberg, Johannes 53, 54, 79, 165
gümüş 14, 19, 24-26, 28, 34-36, 53, 58, 80
güneş enerjisi kulesi 139
güneş saatleri 32
güneyi gösteren at arabaları 42

Haber, Fritz 68
Hadley, John 166
Hahn, Otto 96, 103
Hammurabi Kanunları 16, 17
hamut 45
Hannaman, Franjo 83, 167
Harappa 33, 164
hareketli baskı 53, 79, 165, 166
Hargreaves, James 70-72, 164
Harrison, John 70, 76, 163
Harvey, William 51, 62
Hastings Çarpışması 37
havalı lastik 70, 75, 76, 164
Heinlein, Robert 156
Helen Uygarlığı 28
helikopter 55, 76, 96, 97, 164
Henlein, Peter 162
Hepatit B 107
Hertz, Heinrich 70, 81, 166
hidrojen bombası 101, 107, 119, 164
hidrojen gücüyle çalışan araçlar 141
Hindistan Özgürlük Hareketi 92
hipersonik ulaşım 134, 144
Hipparkhos 38, 167
Hiroşima 92, 104, 105, 131
Hititler 23, 163
hiyeroglif 16-18, 30
Hizmet Modülü 111
Hoffman-LaRoche 166
holografi 164
hologram 129, 164
Holosen Dönem 7, 8
homo sapiens 6, 7, 160
Hooke, Robert 51
House, William 165
hoverkraft 107, 113, 164
Howe, Elias 72, 163
Howe'nin dikiş makinesi 72, 163
HTTP 128
Hu Jintao 135
Hubble Uzay Teleskopu 107
Hubble, Edwin 92, 102
Huntsman, Benjamin 77
Hüseyin, Saddam 135
Huxley, Aldous 92, 131, 155
Huygens, Christiaan 51, 61, 63, 166
hümanizm 52, 65

IBM 101, 107, 125, 126, 127, 158, 165
Intel 107, 125-127, 145, 149
Intel Developer Forum 145
Intel Pentium işlemci çipi 125
Ivy Mike Testi 91

İbn İlyas, Mansur 39
İbn Nefis 39
İbn Sina 31, 37, 38
İbnü'l Heysem 31, 37
içten yanmalı motor 39, 68, 70, 73, 74-76, 86, 93, 94, 96, 141-144, 163-165
iğ makinesi 70, 71, 164
iğne ucu 81
İkinci Dünya Savaşı 91-93, 97-102, 104, 106, 129, 131, 164, 166
İndus Nehri 33
İndus Vadisi Uygarlığı 33, 34
İnkalar 36, 37, 43-45, 51, 60, 162
İnsan Genom Projesi 135, 151
insangiller 6-8
insülin 92, 99, 151, 152, 164
insülin solunum aleti 152
İnternet Protokolü 128
ipek 23, 70, 164
İpek Yolu 42, 58
iPod 126, 135, 154
İsfahan 65
İslam devrimi 107
İslam'ın altın çağı 31, 37, 40, 84, 146
İspanya İç Savaşı 92
İspanya Veraset Savaşı 64, 65
İspanyalı Isabel 51

Jacobusçuların isyanı 65
Jacquard, Joseph-Marie 70, 72
Jacquard dokuma tezgâhı 72

James, Henry 131
Jansky, Karl 166
Jeanne d'Arc 51
Jenner, Edward 70, 84, 85, 162
jeotermal enerji 140
jet tahrikli 97, 144
jet uçağı 92, 97, 113
Jobs, Steve 126, 127
John Paul II 107
Joliot-Curie, Frédéric 103
Joliot-Curie, Irène 103
Jolson, Al 100
Joule, James 74
Jurassic Park 157

kablosuz iletişim 81
kâğıt 17, 31-33, 36, 43, 53, 54, 76, 79, 80, 85, 132, 163-165
Kahn, Robert 128, 164
kalp pili 107, 116, 117
kanal 11, 13, 21, 22, 27, 33, 43, 44, 164
kanalizasyon sistemi 164
kanser 86, 87, 116, 132, 151-153
Kapsamlı Nükleer Deneme Yasağı Anlaşması 105
karak 58, 59
karavela 58, 59
karbüratör 75, 76, 164
kartezyen koordinat sistemi 60
katalitik kraking 94
kauçuğun vulkanizasyonu 76, 167
kauçuk 70, 76, 79, 95, 167
Kay, John 71
Kennedy, John F. 107, 109, 111
Keops Piramidi, 19, 20
Kepler, Johannes 61
Khorana, Har Gobind 114
kibrit 164
Kilby, Jack 107, 121, 167
Kildall, Gary 127
Kilise hukuku 49
kinetograf 165
kinetoskop 89, 165
King, Martin Luther 51, 52
Kitabü'l-Menazır 37
Kıtalararası Balistik Füze 119, 120
Kızıl Erik 37
klima 165
klonlama 114, 115, 150
kloroflorokarbon 132
kloroform 85
Koch, Robert 85
kök hücre 149, 151
Koklear implant 165
Kolomb, Kristof 51, 53, 58, 59
kombine hasat makinesi 165
Komünist Manifesto 65
Konstantinopolis 17, 30, 37, 49, 51, 52
Kopernik sistemi 56
Kore Savaşı 92
Körfez Savaşı 107
Korinthos çömlekçiliği 25, 26
krank mili 25, 39, 162, 165
Kristal Saray'da gerçekleşen 1. Dünya Sergisi 65
kristal silikonlu fotovoltaik pil 139
kronometre 70, 76, 163
Kroto, Harold 164
Ktesibios 29
kuantum bilgisayarı 149
Kuantum bit 149
kuantum mekaniği 87, 91, 92, 95, 96, 102, 149
Kubilay Han 42
Kubrick, Stanley 156
kuş gribi 135, 151
küçük balta 6
Küçükayı 26
Kültür Devrimi 107
Kyoto Protokolü 133, 135, 138

Laennec, René 70, 84, 166
Land, Edwin 166
laparoskopi 152
lapis lazuli 14
Lawes, John Bennet 68, 70
Lawrence, Ernest O. 95
lazer 107, 120-123, 127, 129, 130, 153, 158, 164, 165
LCD 107, 166
Le Grande Hermine 59
Lebedev Laboratuvarları 129
LED 164
Leibniz, Gottfried 60, 62
Lem, Stanislaw 156
Lenoir, Etienne 74
Leonardo da Vinci'nin dev arbaleti 55
Lewis, C.S 155
Lidya Kralı Kroisos 28
Lilienthal, Otto 77
Lincoln, Abraham 65
liposuction 107
Lippershey, Hans 63, 165, 167
Lisa 107, 126, 127
Lister, Joseph 85
litografi 165
lizozim 98
logaritma 51, 60, 165
Louisiana Alımı 65
Lumiere, Auguste 70
Lumiere, Louis 70
Luther, Martin 107

Ma Yun 147
Macellan, Fernando 51, 58
Machu Picchu 44, 51
Macintosh 126, 127
madenci feneri 70, 78, 165
madeni para 17, 26
Madrid Kodeksi 43
Magna Carta 37
Maiman, Theodore 129, 165
Makedonyalı Philippos 17
manastır 48, 52
Mandela, Nelson 107
Manhattan Projesi 96, 103, 124, 166
manyetik pusula 32, 33, 37, 41, 165
manyetik raylı trenler 143
manyetik rezonans görüntüleme 107, 117, 152, 165
Marconi, Guglielmo 70, 81, 90
Mariner 107, 109
Mars Odyssey 135
Marshall Planı 92
Marx, Karl 65
maser 129, 165
matbaa 52-55, 65, 79, 104, 165
Maurya İmparatorluğu 34
Maxwell, James Clerk 81, 87, 89
Maya takvimi 35, 43
Maya uygarlığı 35, 43
Maybach, Wilhelm 70, 75, 76, 164
Mayflower 51
McCormick, Cyrus 37, 70
McCormick biçerdöver 67
Medeni Haklar Yasası 107
Mehrgarh 15, 33, 35
Meici Anayasası 65
Meikle, Andrew 67, 164
mekanik dokuma tezgâhı 70, 72, 165
mekanik kukla tiyatrosu 147
mekanik saat 37, 47
Mekke 38, 148
Melvill, Michael 144
MEMS 153
Menlo Park 89, 90, 92, 158
Mercator projeksiyonu 57
Mercator, Gerardus 57
Mercer, John 73
Mergenthaler, Ottmar 79
merhem 23
Merrill, David 133
Metcalfe, Robert 107, 163
Micral 126
Microsoft 107, 127, 135
Microsoft Corporation 127
mikrodalga 101, 129, 165
mikrodalga fırın 129, 165

mikrofon 89, 165
mikroişlemci 107, 113, 126, 134, 147, 149, 161, 165
mikrolit 7
mikroskop 47, 51, 57, 62, 63, 165, 166
Miletoslu Thales 26
Miloševic, Slobodan 135
Ming Hanedanlığı 37, 51
minibilgisayar 126, 127
Minos ve Miken Uygarlıkları 17
Minuteman 120
Miramontes, Luis 163
Mir Uzay İstasyonu 112
MITS 126
Miyosen Dönem 6
Mısır çinisi 7, 14
Mısır Uygarlığı 16, 22, 28
Moğol hâkimiyeti 40
Mohenco-daro 33, 164
Montgolfier Kardeşler 70, 76, 166
Montreal Protokolü 132
Moore Yasası 148
Moore, Hiram 67, 70, 165
Mors kodu 80, 165
Morse, Samuel 70, 80, 165
Motorola 122, 123
Mozaic 128, 165
MS-DOS 107
Mugabe, Robert 107
Mullis, Kary 115, 166
mühür 16, 17, 23, 26, 34, 164, 165
Müller, Paul 93

Nagasaki 92, 104, 105, 131
Nalanda Üniversitesi 49
Nanjing Antlaşması 65
nano sensör 153
nanoteknoloji 152-154, 166
Napier, John 51, 60, 165
NASA 107, 109-111, 134, 135, 144, 159
Nasmyth, James 78
Nathans, Daniel 114
NATO 92
naylon 93
NCSA 128
Neolitik Çağ 9, 11, 13, 24, 104
Neolitik Devrim 8, 16
neon lamba 70, 84
Netscape 128
New York Dünya Fuarı 100
Newcomen makinesi 69, 71, 88, 162
Newcomen, Thomas 69, 70, 71, 76, 162
Newton, Isaac 51, 56, 60, 61-65, 87
Niépce, Joseph Nicéphore 80, 164
Nil Nehri 13, 15, 16, 22
Nina 58
Nintendo 135
Nirenberg, Marshall 114
Nixon, Richard 107
Nobel Fizik Ödülü 90
Nobel, Alfred 70, 78, 79, 163
Noyce, Robert 107, 121
nükleer füzyon 95, 103, 130, 142
nükleer silah 91, 92, 102, 104, 105, 131, 166
nükleer Silahların Yayılmasını Önleme Anlaşması 105

Obeyt Kültürü 15, 17
Olimpiyat Oyunları 28, 65
Oniki Levha Yasası 17
Oppenheimer, J. Robert 103, 104
Opus Maius 47
Orion 63
Orleans kuşatması 51
Orwell, George 155
Otellini, Paul 149
Otis, Elisha 162
Otto, Nikolaus 70, 74, 76
Oughtred, William 166
Oxford Üniversitesi 37, 50, 99
ozon tabakası 132, 161

Ömer Hayyam 38

paket anahtarlama 166
Paleolitik Çağ 6, 8, 9, 160
Palm Inc 127
Palm Pilot 127
Papin, Denis 163
papirüs 17, 18, 21, 32, 164
paratoner 70, 166
Paris Üniversitesi 37, 48, 50
Parker, Charles 70
Pascal, Blaise 60, 61
Pascaline 61
paslanmaz çelik 94, 166
Pasteur, Louis 70, 84, 89, 166
pastörizasyon 70, 85, 166
Paul, Lewis 71
penisilin 92, 98, 166
Penny Black 65
Pentium işlemci 107, 125
Pers İmparatorluğu 26
Phillips 121, 122, 165
Philosophiae naturalis principia mathematica 61
piktogram 167
Pina 58
Pingala 35
Pizarro 51
Planck, Max 87, 102
planör 73, 77
Plassey Muharebesi 64, 65
plastik 93, 94, 102, 114, 116-118, 162
Platon 27, 28
Play Station 135
Pliyosen Dönem 6, 7
polaroid kamera 92, 166
Polimeraz Zincir Reaksiyonu 115, 166
Polo, Marco 37, 42
pota çeliği 35
Prokhorov, Alexander 129
Ptolemaios 17, 26, 38, 56
Putin, Vladimir 135
Pythagoras 28
Pythagoras teoremi 35

Q klavye 163
Qin hanedanlığı 32
Qu Zhi 147
Quipu 44, 45

radar 100, 101, 129
radyo iletişimi 81, 82, 90, 166
radyo teleskopu 166
radyokarbon testi 10
Ransome, Robert 67
Reform 50-52, 105
rekombinant DNA 114, 115, 157, 166
Remington Rand 125
resimde perspektif 55
rhino 146
Richardson, Lewis 166
risk sermayesi 136
Ritchie, Dennis 126
RNA 114
Rockefeller 115
Rohrer, Heinrich 166
roket 41, 92, 97, 98, 102, 108-111, 119, 120, 134, 164, 165
Roma sukemeri 29
Romanov Hanedanlığı 51, 92
Rönesans 28, 50, 51-55, 62, 65, 96, 131, 147
Röntgen, Wilhelm 70, 85
Roosevelt, Franklin Delano 87, 92, 103
Rosenkranz, George 163
Rosing, Boris 100
Ross, Ronald 85
Roterham sabanı 66
Rousseau, Jean-Jacques 65
RSA 144
ruhban 49, 104, 105
Rus-Japon Savaşı, 65
Russell, James 107, 121, 123, 165
Rusya Federasyonu 135
Rutherford, Ernest 87, 164
rüzgâr gücü 41, 140

saban 10, 16, 22, 23, 45, 46, 66, 67, 70, 146, 163, 166
Sabin, Albert 115
Safevi Hanedanlığı 65
Saint-Acheul 7
Salaheddin Eyyubi 37
Salk, Jonas 107, 115, 163
Salyut I 107, 110, 112
Samara porseleni 15
Samhita 166
Sanayi Devrimi 63-66, 69, 71, 73, 77, 78, 82, 87, 88, 91, 95, 105, 108, 131, 147, 155, 159, 160, 165, 167
Sanger, Frederick 163
Santa Maria 58, 59
São Jorge da Mina 51
şarapnel 166
Sarı Irmak 18, 32
sarkaçlı saat 57, 61
SARS 135
Sasson, Steven 122, 163
Satürn V 110, 111
Scaled Composites 144
Schawlow, Arthur 129
scramjet 134, 135, 144
Sedat, Enver 107
sekstant 47, 51, 62, 166
Selasiye, Haile 107
Senefelder, Alois 165
sera gazları 132, 133, 135, 138, 140, 141
Sessizlik Denizi 111
seyir füzeleri 120
Shen Gua 41, 165
Shockley, William 100, 167
Sholes, Christopher 70, 79, 163
Shrapnel, Henry 166
Shugart, Alan 107
sıcak hava balonu 70, 76, 166
Siberpunk 157
silindir baskı 53
Singer, Isaac 72
Skorsky, Igor 96, 97, 164
Skylab 110, 112
SLR 122
Smalley, Richard 164
Smith, Adam 65
Smith, Hamilton 114
soğuk savaş 91, 104, 105-107, 109, 119, 120, 131, 156
Sonar 166
Song Hanedanlığı 40-42
Sony 121, 122, 135
Sovyet Devrimi 92
Sovyetler Birliği 91, 92, 106, 107, 109, 111, 113, 134, 167
Soyuz 110
SpaceShipOne 135, 144, 145
spagetti çatalı 146
Spenser, Percy 165
Sputnik 106-108, 111, 118, 120, 143, 155, 167
Sputnik I 108, 111, 167
Sputnik II 108
Sputnik III 108
SR-N1 113
SRI International 159
Stanford Üniversitesi 159
Star Trek 156
Stardust projesi 135
Stephenson, George 73, 74, 76
stetoskop 70, 84, 166
Strassman, Fritz 103
Stratejik Savunma Girişimi 120
su çarkı 37, 39, 45, 72
su değirmeni 30, 37
su saati 29, 40, 47
Su Song 42
Sulba Sutras 35
Sunetra Sunray 135
Sümerler 17, 22, 167
sürgülü cetvel 101, 166
Süveyş Kanalı 65, 107
Swan, Joseph 83
Swift, Jonathan 155
Syncom 2 122

şaduf sulama aleti 22
Şam kılıcı 35
Şaron, Ariel 135
Şarrukin, I 17
Ştrugatski Kardeşler 156

tabanca 41, 166
Tahran Konferansı 92
Taliban 135
taramalı tünelleme mikroskobu 166
tarım 7, 9, 10, 11, 13, 15, 18, 20, 22, 24, 34-36, 40, 43, 45, 46, 52-54, 60, 66-70, 87, 91, 93, 100, 104, 108, 115, 134, 136, 137, 164, 167
Taş Devri 6, 12, 16, 146
Taylor, Fredrick 93
tekerlek 16, 17, 20, 21, 39, 42, 44, 61, 68, 75, 76, 104, 134, 146, 147, 163, 166
tekerlekli saban 5, 46
technicolor 92, 101
Tel Halaf 15
teleskop 47, 51, 56, 57, 61-63, 166, 167
televizyon 100, 102, 111, 121-123, 156, 157, 167
telgraf 70, 80, 82, 86, 89-91, 99, 104, 105, 163, 165
Teller, Edward 164
telsiz 81, 166, 167
Telstar 1 122
Tempel 1 135
Tenochtitlán 37, 43
termal kraking 92, 94
termometre 57, 70, 86, 162
Tesla, Nikola 166
Texas Instruments 165
Thatcher, Margaret 107
Thompson, J.J. 87
Thompson, Ken 126
Thomson, James 150
Three Mile Adası 107, 118, 119, 142
ticaret merkezi 51
Titan 120, 135
Titanic 82
tohumeker 66, 67, 70, 167
Toledo, Francisco 51
toplama makinesi 163
Toplum Sözleşmesi 65
Torricelli, Evangelista 51, 62
Totonakolar 35
Townes, Charles 129, 165
traktör 67, 78, 70, 93, 167
transistor 92, 100, 102, 116, 120, 121, 158, 167
Transmission Control Protocol 128
Trevithick, Richard 70, 73, 76, 162
Trinity 103
Trireme 26
triyot 70, 82, 167
Tsiolkovski, Konstantin 97
tsunami 135
tungsten filamanı 83, 167
Tupac Amaru 51
Turing, Alan 102
tükenmez kalem 79, 167
Tull, Jethro 66, 70, 167
tümleşik devre 102, 107, 121, 124, 126, 167
Tümülüs dönemi 36
tüp bebek 107
türbin tasarımı 140

uçak 55, 73, 76, 77, 92, 96, 97, 107, 113, 134, 135, 138, 142, 143, 155, 164, 167
Ulam, Stanislaw 164
Uluslararası Cenevre Otomobil Fuarı 142
Uluslararası Uzay İstasyonu 110, 112, 113, 143, 145
UNIVAC 1 124
UNIX 126
Uruk 17
US National Bureau of Standards 162

usturlab 31, 38, 47, 167
Utrecht Anlaşması 65
Uzun Yürüyüş 92

Ümit Burnu 51
üzengi 36, 104, 167

V-2 füzeleri 92, 97, 119, 120
vagon 10
vakum pompası 30, 83, 167
vakum tüp diyodu 70, 167
Van Leeuwenhoek, Antonie 63
Vanguard füzesi 109
VCR 107, 167
veba 37, 66
Venera 109
veri depolama 127, 134, 149, 153
Verne, Jules 97, 113, 155
Vernier, Pierre 62
verniyeli kumpas 62
video 121, 122, 123, 145, 148, 167
video kaset kaydedici 121
Viking 107, 109
Viking 1 107
Viking 2 107
VisiCalc 127, 166
Vitaphone sistemi 167
Volkswagen Beetle 92
Volta, Alessandro 82, 163
Voltaire 66, 155
von Guericke, Otto 69, 167
von Neumann, John 102, 124
von Zeppelin, Ferdinand 76, 167
Vostok 1 109, 111

Walker, John 164
walkman 107
Warner Brothers 167
Watergate skandalı 107
Waterloo Muharebesi 65
Waterman, Lewis 70, 79, 163
Watson, James 107, 114, 163
Watson, Thomas 81, 89, 90
Watt motoru 73
Watt, James 69, 70, 71, 76, 88, 90, 162
Wells, Herbert George 131, 155
Westinghouse, George 76
Wheatstone, Charles 80, 163
Whitney, Eli 70, 71, 72, 163
Whittle, Frank 97, 164
WiFi 145
WiMAX 145
Windows 107
World Wide Web 107, 128, 129, 165, 167
Wozniak, Stephen 127
Wright Flyer II 73
Wright Kardeşler 70, 73, 76, 77, 90, 96, 97, 142, 167
Wyatt, John 71

X-43A 134
X-prize 144, 145
X-ray 70, 167
Xbox 135
Xerox 127, 165
Xerox Alto 165
Xerox PARC 127, 165

Y2K 134
Yajnavalkya 34
yakıt pili 141-143
Yalta konferansı 92
Yangtze nehri 32
yapay ipek 93
Yayoi kültürü 36
yazı 16-18, 32, 33-35, 44, 79, 104, 105, 160, 167
Yedi Yıl Savaşı 65
yeldeğirmeni 37, 41, 45, 167
Yeltsin, Boris 107
Yeni Babil dönemi 17
Yeşil Devrim 115
Yeşiller Partisi 132
Yuan Hanedanlığı 37, 42
yüksek sıcaklık üstün-iletkenleri 144
yüzdürme 167

Z4 102
Zapotekler 35
zeolit 94
zeplin 76, 167
Zerkâlî 31
zeytinyağı 28
ziggurat 20
zincirleme nükleer reaksiyon 92, 96, 118
Zwicky, Fritz 102
Zworykin, Vladimir 100

GÖRSELLERİN KÜNYE BİLGİLERİ

Kyoto National Museum

Photolibrary

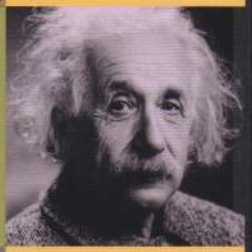
Visage Media Services/Getty Images

Werner Forman Archive
/Ashmolean Museum, Oxford
/British Institute of History and Archaeology, Dar-es-Salam
/British Library, Londra
/British Museum, Londra
/Edgar Knobloch
/Egyptian Museum, Kahire
/E. Strouhal
/Moravian Museum, Brno
/Museum fur Volkerkunde, Berlin
/Museum of Americas, Madrid
/National Maritime Museum, Greenwich
/National Museum of Anthropology, Mexico
/N.J. Saunders
/Oriental Collection, State University Library, Leiden
/Private Collection, New York
/Sold at Christie's, Londra (1996)
/Spink and Son Ltd.
/The Smithsonian Institution, Washington

Bir zamanlar koyunu ehlileştirdiği için sevinen insanlık yüzyıllar sonra koyun klonladı. Bilgisayarlara henüz alışmışken o koca koca makineler küçülüp avucumuza sığdı, hayatımızın vazgeçilmez bir parçası haline geldi. Bir zamanlar çiçek aşısının bulunuşu kutlanırken şimdi kök hücre tedavileriyle en amansız hastalıklar iyileştiriliyor. Zamanında Graham Bell'in "Bay Watson, buraya gelin, sizi görmek istiyorum" cümleleri telefonun diğer ucundan duyulduğunda herkesi şaşırtmışken şimdi telefonlardan sesimizi karşı tarafa iletmesinden çok daha fazlasını bekliyoruz.

Peki insanlık bu seviyeye nasıl geldi? Medeniyeti kimler inşa etti, kimler emekletti, kimler yürüttü, şimdi kimler bambaşka bir seviyeye ulaştırıyor? Hem de akıl almaz bir hızla! Profesör Shobhit Mahajan icatlar dünyasının izini tarihöncesi çağlardan sürmeye başlayıp 21. yüzyıla kadar getiriyor.

Laennec
Lawes
Leibniz
Lilienthal
Macellan
Maiman
Marconi
Maxwell
Maybach
McCormick
Meikle
Mercator
Mergenthaler
Montgolfier
Moore
Morse
Mullis
Napier
Nasmyth
Newcomen
Newton
Niépce
Nobel
Noyce
Oppenheimer
Otis
Otto
Pascal
Pasteur
Ptolemaios
Ransome
Ritchie
Rosing
Russell
Rutherford
Sabin
Salk
Sanger
Sasson
Sholes
Skorsky
Stephenson
Su Song
Taylor
Thomson
Tommaso
Torricelli
Townes
Trevithick
Tull
Van Leeuwenhoek
Vasco da Gama
Von Neumann
Von Zeppelin
Watermann
Watson
Watt
Whitney
Whittle
Wright
Zworykin



ISBN 978-605-192-160-0

TAVSİYE EDİLEN PERAKENDE SATIŞ FİYATI 45 TL

hep kitap